

Bereichsprogramm *Elektrizität*



„Standby-Verbrauch“ von Dienstleistungsgebäuden

Verbrauchsmessungen an 32 Objekten

ausgearbeitet durch
Urs-Peter Menti
Amstein+Walthert AG
8050 Zürich

im Auftrag des
Bundesamtes für Energie

Vertragsnummer: 61559
Projektnummer: 22139

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

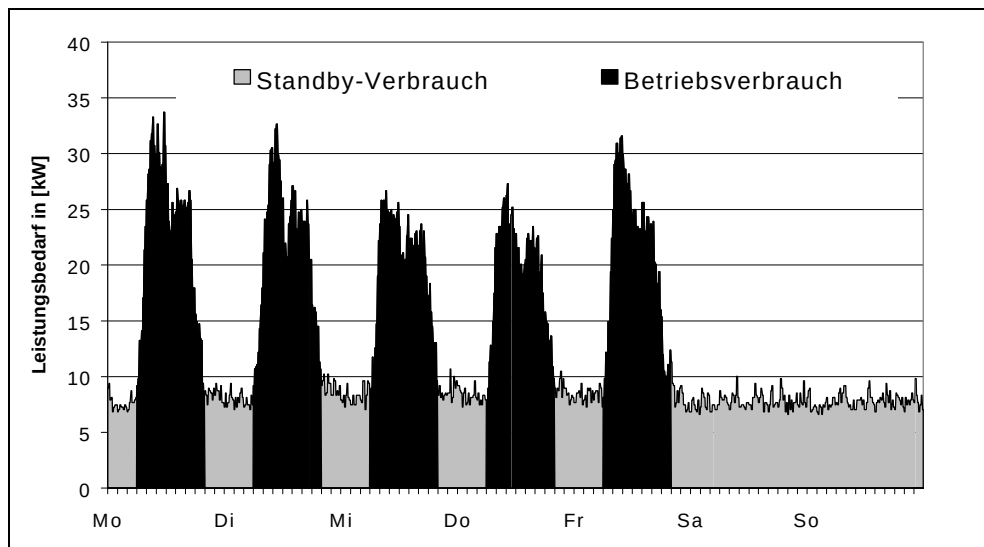
Inhaltsverzeichnis

1. Projektbeschreibung	4
1.1. Ausgangslage und Zielsetzung	4
1.2. Projektablauf.....	5
1.2.1. Objektwahl	5
1.2.2. Messungen	5
1.2.3. Auswertung.....	6
2. Analyisierte Gebäude	7
3. Begriffsdefinitionen (projektspezifisch)	9
3.1. Nutzungszeit.....	9
3.2. Betriebszeit.....	9
3.3. Standby-Zeit	10
4. Resultate.....	12
4.1. Abschätzung des zu erwartenden Standby-Verbrauchs.....	12
4.2. Typische Verbrauchsverläufe.....	13
4.3. Spezielle Verbrauchsverläufe.....	14
4.4. Auswertung gesamte Stichprobe	17
4.4.1. Überblick.....	17
4.4.2. Aufteilung in Betriebsverbrauch und Standby-Verbrauch	17
4.4.3. Weitere Kennzahlen zu Verbrauch und Leistung.....	19
4.4.4. Einfluss Energiekennzahl	22
4.4.5. Einfluss Jahreszeit.....	23
4.4.6. Einfluss Technisierung	25
5. Diskussion der Resultate	27
5.1. Interpretation der Ergebnisse	27
5.2. Sparpotential	27
6. Literaturverzeichnis	28
7. Anhang	29
7.1. Detaillierte Angaben Gebäudesample	29
7.2. Einzelmessungen: Wochenverläufe	31

Zusammenfassung

Wie bei elektronischen Geräten heute üblich kann auch bei Gebäuden von einem ‚Standby-Verbrauch‘ gesprochen werden. Dieser Verbrauch fällt dann an, wenn das Gebäude nicht im eigentlichen Sinne genutzt wird (typischerweise nachts und an den Wochenenden; siehe Abbildung).

Begriff ‚Standby-Verbrauch‘

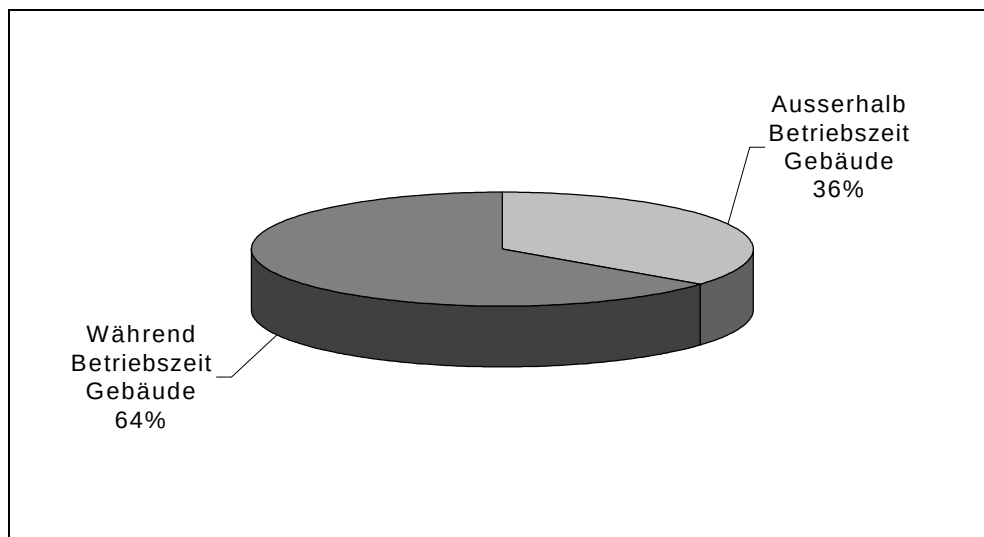


Speziell in Bürogebäuden wäre zu erwarten, dass ausserhalb der Betriebszeit ein relativ geringer Verbrauch vorhanden ist, da nur wenige Verbraucher (z.B. Telefonzentrale, Heizungspumpen, evt. zentrale EDV) wirklich in Betrieb sein müssen. Eine theoretische Abschätzung zeigt, dass weniger als 10% des Gesamtverbrauches auf die Standby-Zeit fallen sollten.

Theorie: Standby-Verbrauch < 10%

Anhand von 43 Verbrauchsmessungen an 32 Objekten wird in der vorliegenden Untersuchung aber gezeigt, dass in der Realität rund 36% des Gesamtverbrauches während der Nacht (zwischen 20 und 6 Uhr) und an den Wochenenden verursacht werden.

Realität: Standby-Verbrauch: > 35%





Die Einzelwerte streuen stark um diesen Mittelwert von 36%. Diese Streuung ist aber nur zu einem Teil auf den unterschiedlichen Technisierungsgrad der Objekte zurückzuführen: Einzig die zentrale EDV und die damit zusammenhängenden Verbraucher wie USV oder Klimaanlage üben einen merklichen Einfluss auf den Standby-Verbrauch eines Gebäudes aus. Bei anderen Grossverbrauchern konnte kein Einfluss auf das Verhältnis zwischen Standby-Verbrauch und Gesamtverbrauch festgestellt werden.

Starke Streuung, grosser Einfluss der zentralen EDV

Es erstaunt auch, dass die Energiekennzahl Elektrizität keinen signifikanten Einfluss auf den Standby-Verbrauch hat. Über die ganze Stichprobe betrachtet, haben auch die Jahreszeiten keinen Einfluss auf den Standby-Verbrauch; die saisonunabhängigen Verbraucher dominieren die Bandlast. Im Einzelfall können jedoch saisonale Unterschiede auftreten.

Energiekennzahl Elektrizität: kein Einfluss auf Standby-Verbrauch

Bei der Beurteilung der Resultate muss berücksichtigt werden, dass die Stichprobe mit 32 Objekten/43 Messungen zu klein ist, um statistisch haltbare Aussagen machen zu können, zumal die Zahl möglicher Einflussfaktoren auf den Standby-Verbrauch nahezu unendlich gross ist. Die Stichprobe ist aber genügend gross, um Tendenzen und Grössenordnungen erkennen zu können.

Kleine Stichprobengrösse, viele Einflussfaktoren

Diese Studie soll auf den ‚Standby-Verbrauch von Gebäuden‘ aufmerksam machen und kann bei zukünftigen Verbrauchsmessungen und -analysen zu Vergleichszwecken beigezogen werden (Benchmarking).

Benchmarking

1. Projektbeschreibung

1.1. Ausgangslage und Zielsetzung

Der Begriff des ‚Standby-Verbrauchs‘ ist vor allem im Zusammenhang mit elektronischen Geräten bekannt. Diese Geräte verursachen auch dann einen Energieverbrauch, wenn sie gar nicht ihre eigentliche Funktion ausüben sondern sich im ‚Standby-Zustand‘ befinden. Der Reduktion dieses Standby-Verbrauchs wird im Zuge von Energiesparbestrebungen (z.B. Energienutzungsbeschluss) grosse Bedeutung beigemessen, macht er doch noch oft einen Anteil von über 50% des Gesamtstromverbrauchs aus.

Standby-Verbrauch bei elektronischen Geräten

Analog dazu kann auch bei Gebäuden der Begriff des ‚Standby-Verbrauchs‘ eingeführt werden. Insbesondere bei Dienstleistungsgebäuden, welche typischerweise nur während einer begrenzten Zeit von 60-80 Stunden pro Woche genutzt werden, kann bei einer hohen Bandlast der Standby-Verbrauch einen bedeutenden Anteil am Gesamtverbrauch ausmachen.

Standby-Verbrauch in Dienstleistungsgebäuden

Natürlich ist es unumgänglich, dass in diesen Gebäuden bestimmte Stromverbraucher wie z.B. Heizungspumpen, Telefonzentralen und evt. auch zentrale EDV-Server auch ausserhalb der eigentlichen Nutzungszeit in Betrieb sein müssen, doch sind es meist nicht nur diese Verbraucher, welche eine (hohe) Bandlast verursachen: Auch durchgehend oder auf maximaler Stufe betriebene Lüftungs- und Klimaanlage, falsch gesteuerte Beleuchtungen oder nicht ausgeschaltete Arbeitshilfen führen zu einer hohen Bandlast.

Unnötigerweise betriebene Verbraucher führen zu hoher Bandlast

Wie gross ist aber der Standby-Verbrauch bei einem typischen Bürogebäude? Wie gross ist er bei einem diesbezüglich guten bzw. schlechten Gebäude? Wie sieht der typische Stromverbrauchsverlauf über eine Woche aus? Um diese Fragen zu beantworten, wurde im vorliegenden Projekt in 32 Objekten der Verlauf des Gesamtstromverbrauchs während rund 2 Wochen ausgemessen und ausgewertet.

Projektziele

Die vorliegenden Ergebnisse können bei zukünftigen Messungen als Referenzwerte für ein Benchmarking dienen und dem Gebäudebetreiber aufzeigen, wie sein Gebäude im Vergleich zu anderen Gebäuden abschneidet, wobei natürlich die Verbraucherstruktur der verglichenen Gebäude bei der Beurteilung berücksichtigt werden muss.

Referenzwerte bei zukünftigen Messungen

Die Auswahl der Objekte kann zwar nicht als statistisch repräsentativ aber doch als typisch für die Schweiz bezeichnet werden. Bei den meisten gemessenen Objekten handelt es sich um Dienstleistungsgebäude, welche im Rahmen des BFE-Forschungsprojektes ‚Energieverbrauch in Bürogebäuden‘ [1] einer detaillierten Analyse gemäss der Empfehlung SIA 380/4 unterzogen wurden. Somit sind auch Angaben zur Verbraucherstruktur der

Parallelprojekt ‚Energieverbrauch in Bürogebäuden‘



Messobjekte vorhanden, welche für die Interpretation beigezogen werden können.

1.2. Projektablauf

1.2.1. Objektwahl

Aus einem Pot von hundert im Rahmen des bereits erwähnten Forschungsprojektes ‚Energieverbrauch von Bürogebäuden‘ untersuchten Gebäude wurden 31 Objekte ausgewählt. Für die Auswahlkriterien dieser hundert Objekte sei auf den entsprechenden Projektbericht verwiesen [1]. Einzelne Objekte wurden zweimal ausgemessen (siehe weiter unten). Zusätzlich wurden sechs Objekte aus Archivbeständen von Amstein+Walthert übernommen und neu ausgewertet.

Zufällige Auswahl der Objekte

1.2.2. Messungen

Insgesamt wurden für dieses Projekt 45 Messungen durchgeführt, dazu kommen die sechs Messungen aus dem Archiv. Acht der 45 Messungen waren unbrauchbar (Ausfall der Sensoren, offensichtlich falsche oder unvollständige Aufzeichnung der Messwerte oder anderweitig unbrauchbare Resultate) und konnten für die Auswertungen nicht verwendet werden. Somit bleiben für die Auswertung 37 neue Messungen (26 Objekte) und sechs Messungen aus dem Archiv (6 Objekte).

45 Messungen, davon 37 auswertbar

Der grösste Teil der Messungen wurde von Amstein+Walthert durchgeführt. Bei neun Messungen im Kanton Bern durften wir auf die Unterstützung der BKW zählen. Diese spontane und unbürokratische Mithilfe sei an dieser Stelle ganz herzlich verdankt.

Unterstützung durch die BKW

Die aus Archivbeständen übernommenen Messdaten stammen aus den Jahren 1995-97. Die speziell für dieses Projekt gemachten Messungen wurden zwischen Dez 97 und Nov 98 durchgeführt. Auf eine möglichst gleichmässige Verteilung der Messungen auf die Jahreszeiten wurde Wert gelegt. Die Messungen dauerten zwischen einer und vier Wochen

Messungen verteilt über ein Jahr

Bei elf Objekten wurde der Verbrauchsverlauf zweimal und zu unterschiedlichen Jahreszeiten gemessen und ausgewertet, um allfällige (saisonale) Unterschiede ermitteln zu können. Für diese ‚Zweitmessungen‘ wurden Objekte vorgezogen, die aufgrund ihrer Verbraucherstruktur besonders interessant erschienen und bei denen ein merkbarer saisonaler Unterschied zu erwarten war.

Zweitmessung zur Ermittlung saisonaler Unterschiede

Die eingesetzten Messgeräte (‚Stromtacho‘, ‚LEDAN‘) tasten die Impulse des Elektrozählers ab und registrieren jeweils die mittleren Leistungswerte im 5- bzw. 15-Minuten-Abstand. Sie sind einfach zu montieren und tangieren den Gebäudebetrieb in keiner Weise (so ist z.B. für die Installation kei-

Eingesetzte Messgeräte



ne Stromunterbrechung nötig). Die Zuverlässigkeit und Genauigkeit dieser Geräte ist sehr hoch, zudem wurden sämtliche Messungen auf ihre Plausibilität hin verifiziert (z.B. durch einen Vergleich der Messwerte mit dem Anfangs- und Endstand des EW-Zählers).

1.2.3. Auswertung

Für die Auswertung wurde aus jeder Messung eine typische Woche (Montag – Sonntag) ausgewählt. Selten mussten die Messdaten noch bearbeitet werden: So wurden z.B. einzelne fehlende Messwerte aus dem vorhergehenden und dem nachfolgenden Messwert interpoliert. Lagen die Messwerte nur in 15-Min-Schritten vor, wurden die entsprechenden 5-Min-Werte ebenfalls interpoliert.

**Auswertung
einer jeweils
typischen Wo-
che**

Zum einen wurde jede Messung einzeln ausgewertet und interpretiert, zum anderen wurden auch Auswertungen für das ganze Gebäudesample durchgeführt. Für die letzteren Auswertungen mussten einige Messungen ausgeklammert werden, weil sie Besonderheiten aufwiesen, die zu Verfälschungen geführt hätten. Dies war der Fall bei speziellen Nutzungszeiten (Zeitungsredaktion) oder bei Bürogebäuden mit eigener Stromproduktion (BHKW, PV-Anlage), welche in der Messung nicht berücksichtigt werden konnte. Diese Gebäude werden im Kapitel 4.3. separat behandelt.

**Einzelauswer-
tungen, Auswer-
tung ganze
Stichprobe**

Die ermittelten Kennzahlen werden in den entsprechenden Teilkapiteln definiert und erläutert.

Kennzahlen

2. Analysierte Gebäude

Bei sämtlichen Objekten handelt es sich um typische Bürogebäude in welchen ‚Fremdnutzungen‘ wie Gewerbe, Gastronomie etc. nur einen vernachlässigbaren Teil ausmachen. Für die Auswertungen wurden insgesamt 32 Objekte berücksichtigt, wobei für 11 Objekte jeweils zwei Messreihen zu unterschiedlichen Jahreszeiten vorliegen (insgesamt 43 Messungen).

Wie die Abbildungen 1 und 2 zeigen, ist der Technisierungsgrad der ausgemessenen Objekte unterschiedlich. Diese Tatsache wird bei der Auswertung berücksichtigt. Die Darstellungen in den Abbildungen 1 und 2 beinhalten nur die speziell für dieses Projekt ausgemessenen 26 Objekte. Für die sechs aus Archivbeständen mitberücksichtigten Objekte liegen keine verlässlichen Informationen zum Gebäude und den technischen Installationen vor. Detaillierte Angaben zur Stichprobe (z.B. Grösse, Baujahr, Standortkanton der Objekte etc.) sind im Anhang zu finden.

Abbildung 1 zeigt die Ausstattung der Gebäude mit typischen elektrischen Grossverbrauchern wie Warmwassererzeugung, elektr. Raumheizung, Grossküche/Restaurant, EDV-Zentrale, Telefonzentrale etc. Rund zwei Drittel der Gebäude verfügen über Telefonzentralen und zentrale EDV-Server. Während die meisten Gebäude mindestens teilweise das Warmwasser elektrisch erzeugen, werden nur zwei Gebäude (teilweise) elektrisch beheizt.

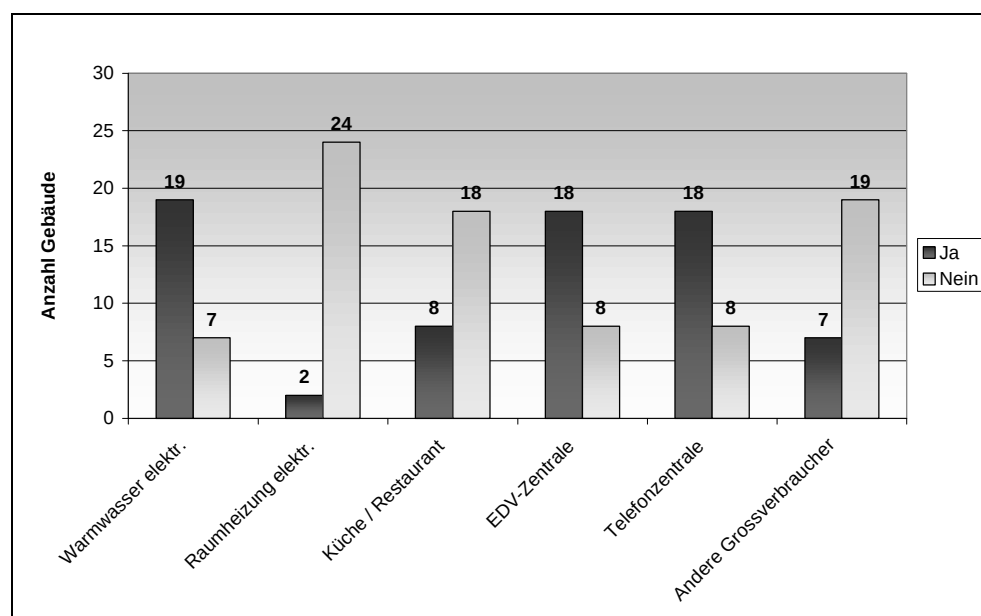


Abbildung 1: Technische Installationen der untersuchten Gebäude

In Abbildung 2 ist die Ausstattung der Gebäude mit Lüftungs- und Klimaanlage dargestellt. Diese Verbraucher sollten keine Auswirkungen auf den Standby-Verbrauch aufweisen, da sie in Bürogebäuden nachts und am Wochenende im Normalfall nicht in Betrieb sein müssen. Schon eine ein-

Bürogebäude

Technisierungs-
grad der unter-
suchten Objekte

Typische
,Standby-
Verbraucher‘

Lüftung/Klimati-
sierung

zelne, durchgehend betriebene Lüftungsanlage kann aber schnell zu einer hohen Bandlast führen. Da vorwiegend grössere Bauten untersucht wurden, ist die Mehrzahl der untersuchten Objekte teilweise oder gar mehrheitlich belüftet. Gut ein Drittel der untersuchten Objekte ist überhaupt nicht klimatisiert, etwas mehr als ein Drittel ist teilweise, sieben Objekte sind mehrheitlich klimatisiert.

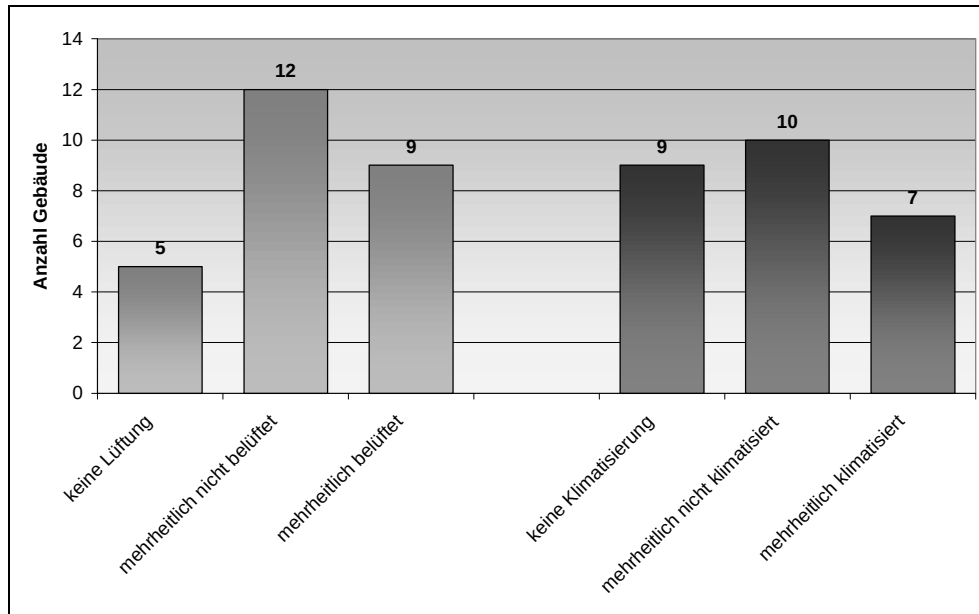


Abbildung 2: Ausstattung der untersuchten Gebäude: Lüftung/Klimatisierung

Detaillierte Angaben zum Technisierungsgrad der einzelnen Objekte sowie zu deren Nutzungszeiten sind im Anhang zu finden.

3. Begriffsdefinitionen (projektspezifisch)

3.1. Nutzungszeit

Zeitdauer pro Tag, während welcher das Gebäude genutzt wird; entspricht somit in einem Bürogebäude in etwa der Arbeitszeit.

Definition Nutzungszeit

3.2. Betriebszeit

Zeitdauer pro Tag während welcher der Grossteil der Energieverbraucher des Gebäudes in Betrieb ist. Während der Betriebszeit unterscheidet sich der elektrische Leistungsbedarf deutlich vom Leistungsbedarf ausserhalb der Betriebszeit (typisch: Wochenenden, Nacht). Im Idealfall ist die Betriebszeit identisch mit der Nutzungszeit, im Normalfall ist die Betriebszeit jedoch grösser (z.B. weil eine Lüftungsanlage bereits morgens um 5 Uhr in Betrieb genommen wird, obwohl die Mitarbeiter erst um 7 Uhr erscheinen).

Definition Betriebszeit

In diesem Projekt wird die Betriebszeit grundsätzlich von Montag bis Freitag jeweils von 6 Uhr bis 20 Uhr definiert. Wie untenstehende Abbildung zeigt, ist diese Zeitspanne für Bürogebäude typisch und es weichen nur wenige Objekte deutlich davon ab. Abbildung 3 zeigt die Betriebszeiten der einzelnen Objekte und vergleicht diese mit der projektspezifischen Definition der Betriebszeit.

Projektspezifische Festlegung: 6-20 Uhr

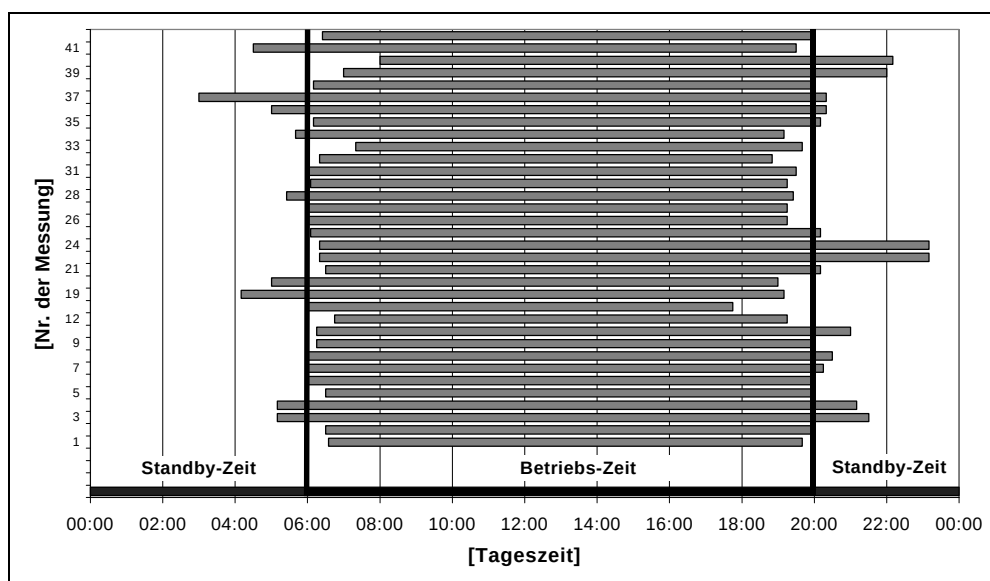


Abbildung 3: Betriebs- und Standby-Zeiten der untersuchten Objekte verglichen mit der projektspezifischen Definition der Betriebs- und Standby-Zeit

Die Auswertung der Messungen unter Berücksichtigung von objektspezifischen Standby-Zeiten ergibt keine wesentlich anderen Resultate als wenn für alle Objekte die selbe Standby-Zeit definiert wird.

3.3. Standby-Zeit

Die Standby-Zeit ist das Gegenstück zur Betriebszeit und dauert grundsätzlich von 20 Uhr bis 6 Uhr (Werktage) bzw. von 0 Uhr bis 24 Uhr (Wochenenden). Pro Woche beträgt somit die Standby-Zeit 98 Stunden (60%) und die Betriebszeit 70 Stunden (40 %). Selbstverständlich sind auch andere Definitionen der Standby-Zeit bzw. des Standby-Verbrauchs denkbar, doch soll im Rahmen dieses Projektes eine möglichst einfache und einheitliche Definition gewählt werden. Zudem muss bei der detaillierten Analyse von Einzelobjekten die Standby-Zeit von Fall zu Fall definiert werden.

**Definition
Standby-Zeit**

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die Aufteilung des Gesamtverbrauchs in Standby-Verbrauch und in Betriebsverbrauch entsprechend den oben definierten Zeitabschnitten.

**Standby- und
Betriebsver-
brauch**

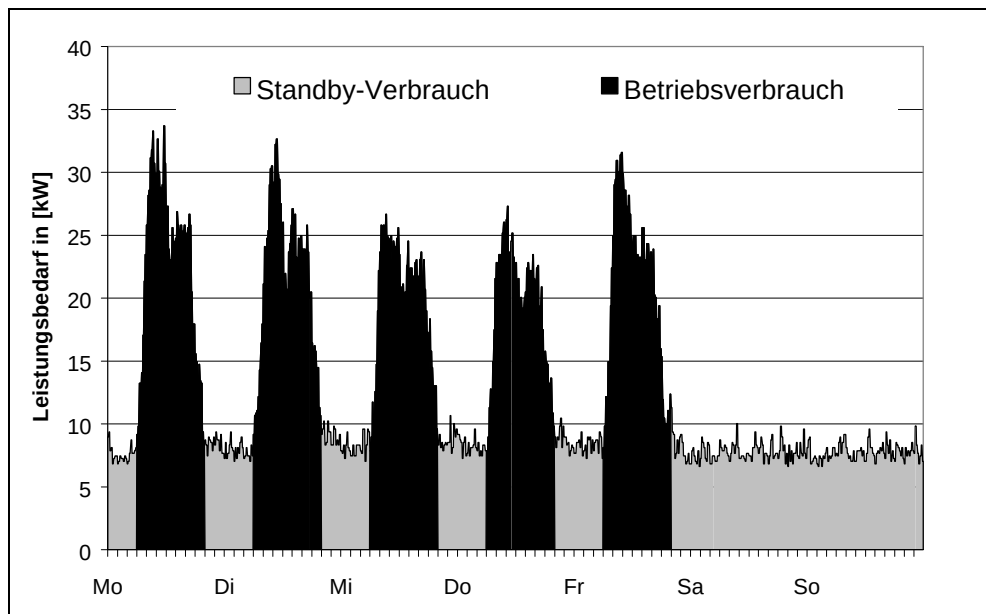


Abbildung 4: Standby- und Betriebsverbrauch während einer typischen Woche

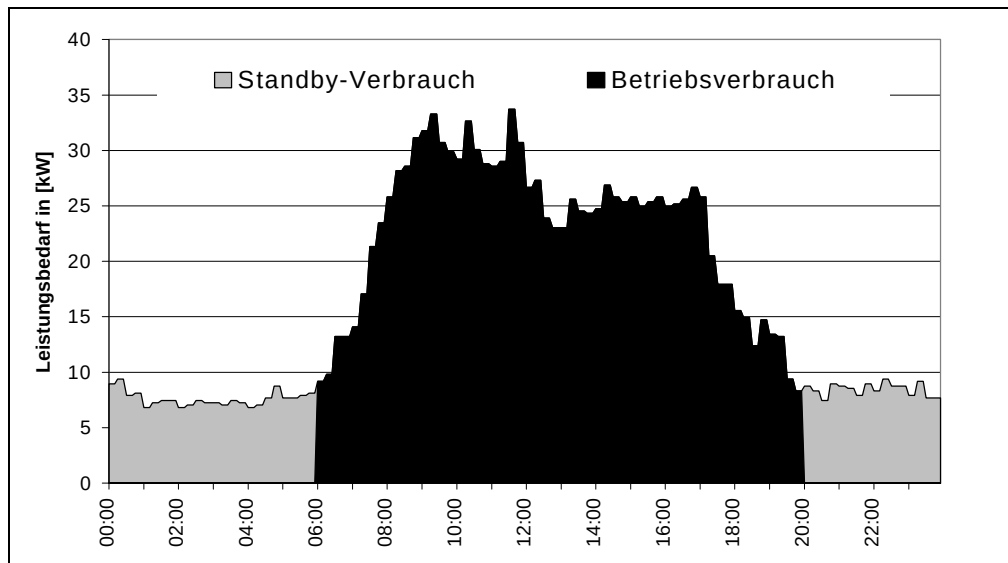


Abbildung 5: Standby- und Betriebsverbrauch während eines typischen Werktages

4. Resultate

4.1. Abschätzung des zu erwartenden Standby-Verbrauchs

In diesem Kapitel soll – unabhängig von den Messresultaten – abgeschätzt werden, wie gross der Standby-Verbrauch sein könnte bzw. sollte. Tabelle 6 listet typische Standby-Verbraucher in Bürogebäuden auf, jeweils zusammen mit einem entsprechenden Leistungsbedarf (Erfahrungswerte). Diese Aufzählung ist nicht abschliessend.

Typische Standby-Verbraucher

Verbraucher	Typische Leistung
Kleiner EDV-Server	< 1 kW
Grosser EDV-Server	< 5 kW
Telefonzentrale 48/128/900 Anschlüsse	100/400/2000 W
Faxgerät	< 40 W
Sicherheitssysteme (Brandmeldeanlage, Zutrittskontrolle, etc.)	100 W pro System
Personensuchanlage	< 50 W
USV-Anlage (Verluste)	10% der Nennlast
Klimatisierung Serverraum	Je nach Servergrösse
Kühlschrank	50 W
Elektrische Heizung (Raum, Dachrinne, Rampe)	nach Bedarf
Heizungspumpen, Brenner	einige 100 W

Tabelle 6: Typische Standby-Verbraucher in Bürogebäuden

Damit kann abgeschätzt werden, welchen Standby-Verbrauch man in einem typischen Bürogebäude rein theoretisch erwarten kann. Die entsprechenden Annahmen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Theoretischer Standby-Verbrauch

Grösse	Annahme
Anzahl Arbeitsplätze im Gebäude	100
Energiebezugsfläche des Gebäudes	3000 m ²
Energiekennzahl Elektrizität (Durchschnitt)	300 MJ/m ² a
Jährlicher Energieverbrauch	250 MWh/a
EDV-Zentrale	1000 W
USV-Anlage (Verluste)	200 W
Klimatisierung Serverraum	1000 W
Telefonzentrale	400 W
5 Faxgeräte	200 W
Kühlschrank (mittlerer Leistungsbedarf)	50 W
Umwälzpumpen	500 W
Bandlast	Ca. 3.3 kW
Betriebszeit	14 h/d, 5 d/w
Standbyzeit	10 h (MO-FR), 24 h (SA/SO)
Standby-Verbrauch	17 MWh
Standby-Verbrauch in % des Gesamtverbrauchs	7%

Tabelle 7: Typischer Standby-Verbrauch eines Bürogebäudes

Bei den oben getroffenen Annahmen handelt es sich um vorsichtige Schätzungen - im absoluten *Optimum* dürfte die theoretische Bandlast sogar noch tiefer liegen. Z.B. ist es grundsätzlich möglich, EDV-Server und USV ausserhalb der Nutzungszeiten komplett auszuschalten, was – zusammen mit dem dadurch verringerten Kühlbedarf – zu einer weiteren Reduktion des Standby-Verbrauchs führt. Zudem wird in obiger Abschätzung davon ausgegangen, dass sämtliche Standby-Verbraucher durchgehend in Betrieb sind, was z.B. beim Klimagerät nicht zwingend der Fall sein muss. In einem durchschnittlich technisierten Gebäude ist somit ein Standby-Verbrauch von unter 10% ein realistisches Ziel.

Realistisches Ziel: Standby-Verbrauch <10%

4.2. Typische Verbrauchsverläufe

Abbildung 8 zeigt den Verbrauchsverlauf eines typischen Bürogebäudes an einem Wochentag. Markant sind der steile Anstieg des Verbrauchs am Morgen zwischen 6:30 und 8:30 Uhr, dann der leicht abnehmende Verlauf bis ca. 11:30 Uhr (Beleuchtung!), ein merklicher Rückgang über die Mittagspause und wieder ein leichter Verbrauchsanstieg nach der Mittagspause. Ab 17:00 Uhr nimmt der Verlauf rapide ab und pendelt sich gegen 20 Uhr auf dem ‚Standby-Level‘ ein.

Typischer Verlauf Wochentag

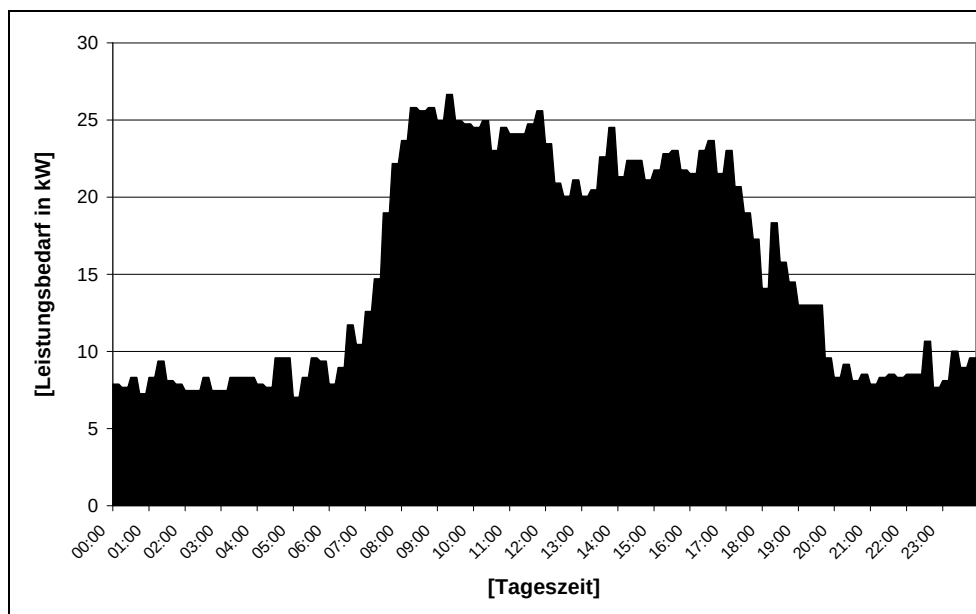


Abbildung 8: Verbrauchsverlauf eines typischen Bürogebäudes an einem Werktag

Abbildung 9 zeigt den typischen Verlauf über eine ganze Woche. Der Verlauf der einzelnen Wochentage ist jeweils sehr ähnlich, wobei die absoluten Werte (z.B. die Tagesmaxima) doch relativ grosse Unterschiede aufweisen, was zu einem grossen Teil auf die wechselnde Sonneneinstrahlung (-> Betriebszeiten der Beleuchtung) aber auch auf die unterschiedliche Nutzung (-> tiefste Werte am Freitag) zurückzuführen ist. Für weitere Interpretationen sei auf Abbildung 14 verwiesen.

Typischer Verlauf Woche

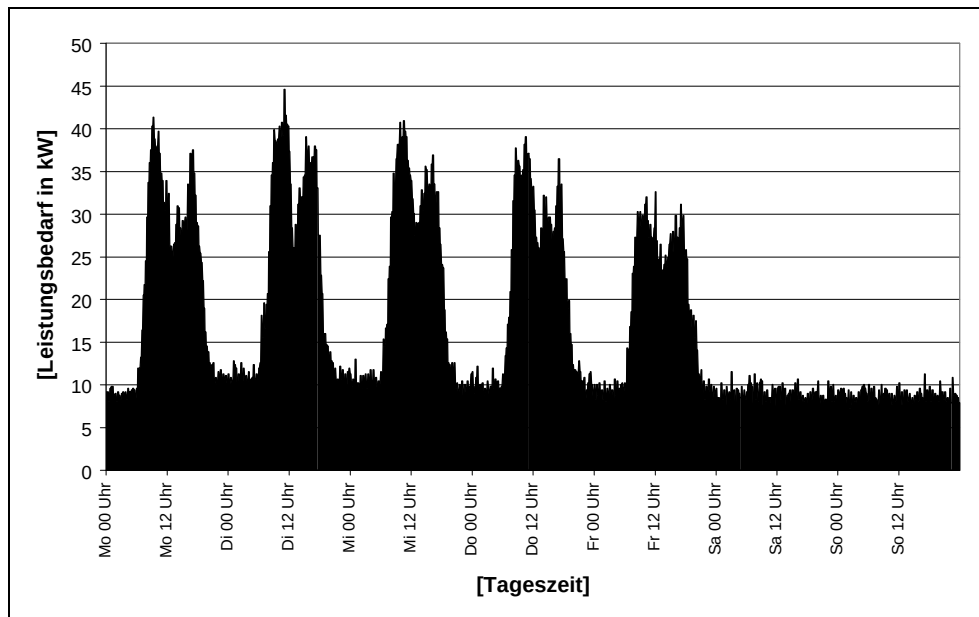


Abbildung 9: Verbrauchsverlauf eines typischen Bürogebäudes von Montag bis Sonntag

In diesem Beispiel wird der Standby-Verbrauch zu 947 kWh pro Woche oder zu 32 % des gesamten Wochenverbrauches berechnet.

4.3. Spezielle Verbrauchsverläufe

Abbildung 10 zeigt die Auswertung einer Verbrauchsmessung eines Gebäudes an einem Sonntag. Ein Teil des Strombedarfs wird hier mittels einer Photovoltaik-Anlage selbst erzeugt. Da aber nur der Strombezug ab Elektrizitätswerk gemessen werden konnte, ist der effektive Strombedarf des Gebäudes nicht bekannt. Für die Auswertungen in Kapitel 4.4. wurde dieses Gebäude deshalb nicht berücksichtigt.

Verbrauchsverlauf mit PV-Anlage

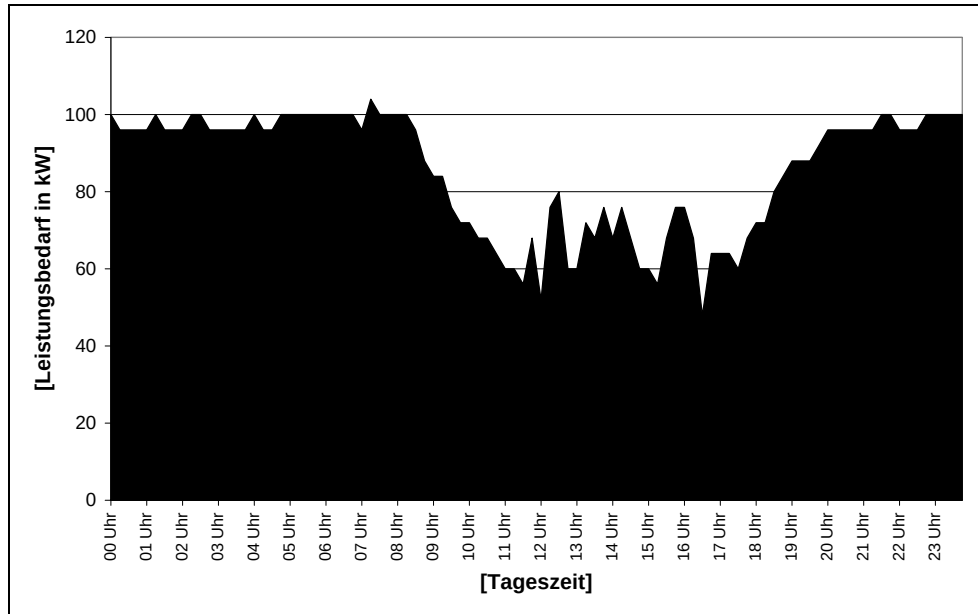


Abbildung 10: Verbrauchsverlauf an einem Sonntag eines Bürogebäudes mit einer Photovoltaikanlage (teilweise Selbstversorger)

Ebenfalls nicht für die Auswertung berücksichtigt wird das unten dargestellte Gebäude, welches über ein Blockheizkraftwerk verfügt. In Abbildung 11 ist gut ersichtlich, dass morgens um 3:00 Uhr das BHKW eingeschaltet und abends und 21:15 ausgeschaltet wird. Da die Betriebszeiten und die Betriebsweise des BHKWs unterschiedlich sind und zum Teil auch ins öffentliche Netz rückgespielt werden kann, ist aufgrund der Messungen des EW-Zählers keine schlüssige Aussage zum effektiven Stromverbrauch möglich.

Verbrauchsverlauf mit BHKW

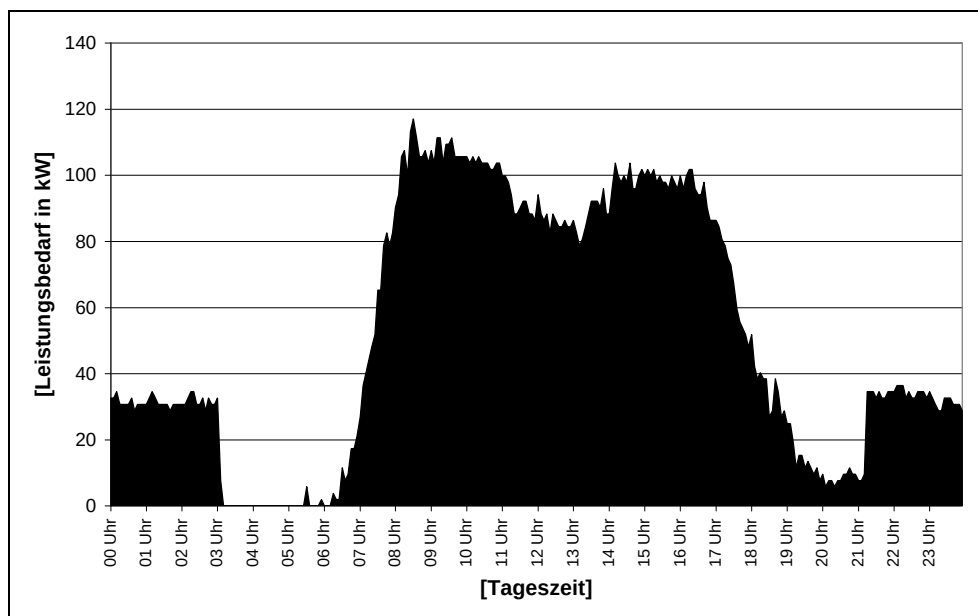


Abbildung 11: Typischer Verbrauchsverlauf an einem Wochentag eines Gebäudes mit einem Blockheizkraftwerk (teilweise Selbstversorger)

Die grosse Bandbreite der angetroffenen Standby-Verbräuche wird durch die Abbildungen 12 und 13 dokumentiert. Abbildung 12 zeigt den Verbrauchsverlauf einer kleineren Gemeindekanzlei ohne Lüftungs- und Klimaanlage und vor allem ohne EDV-Server und Telefonzentrale. Abbildung 13 zeigt den Verbrauchsverlauf eines Gebäudes mit einem hohen Standby-Verbrauch (Aussenbeleuchtung; PCs häufig über Nacht in Betrieb).

**Bandbreite der
Standby-
Verbräuche**

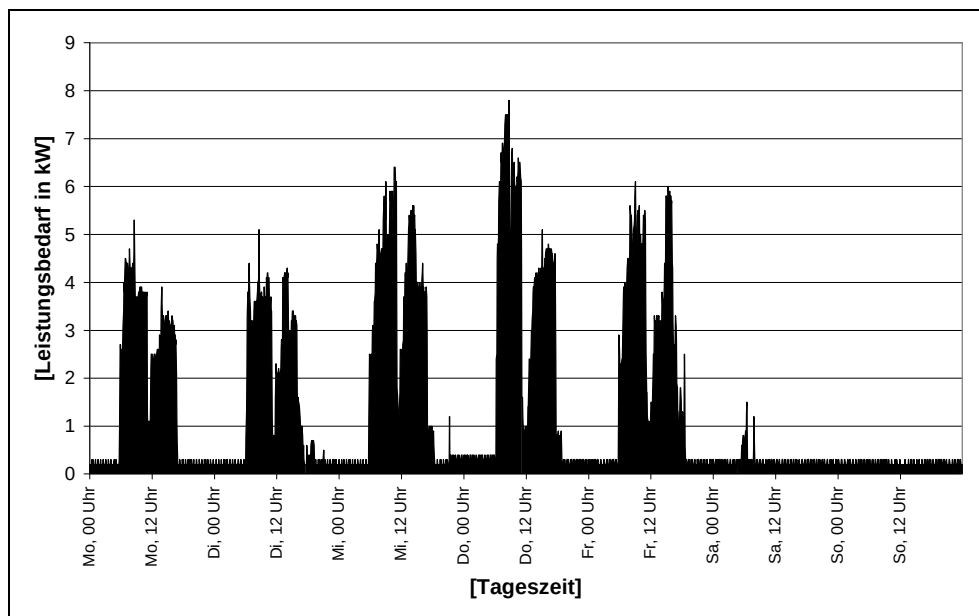


Abbildung 12: Typischer Verbrauchsverlauf eines Bürogebäudes mit einem relativ tiefen Standby-Verbrauch (10% des Gesamtverbrauches)

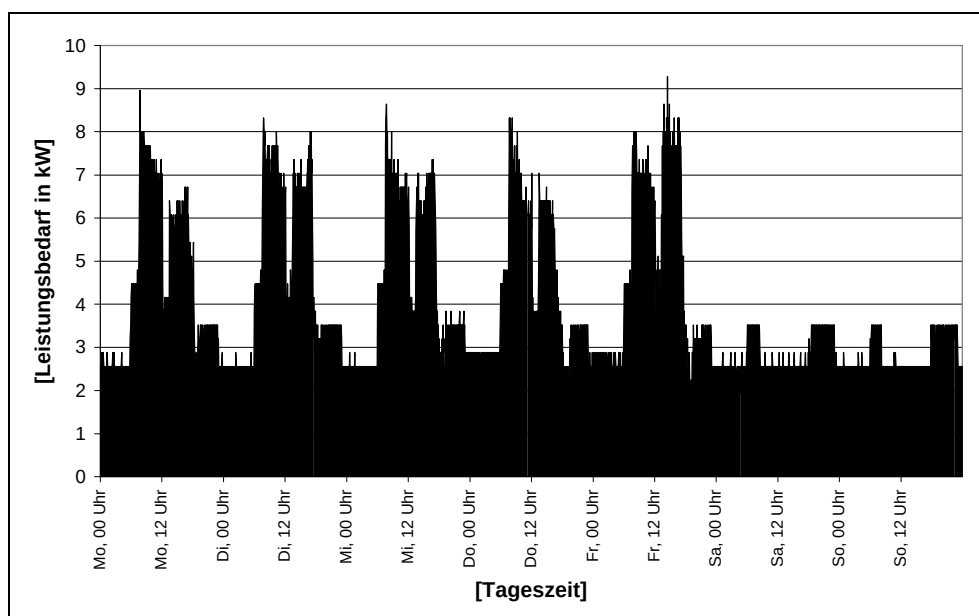


Abbildung 13: Typischer Verbrauchsverlauf eines Bürogebäudes mit einem relativ hohen Standby-Verbrauch (42% des Gesamtverbrauches)

4.4. Auswertung gesamte Stichprobe

4.4.1. Überblick

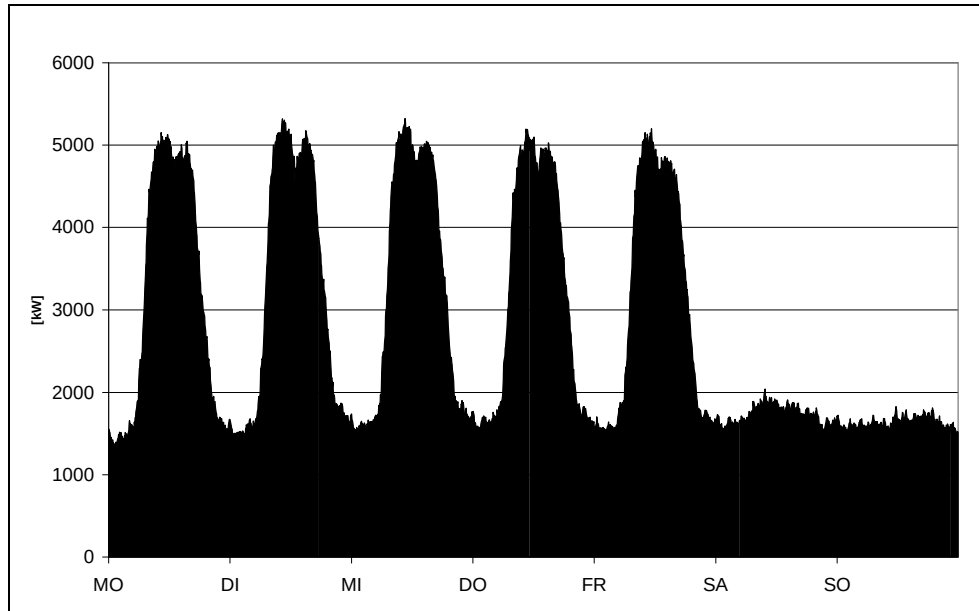


Abbildung 14: Verlauf der Summe sämtlicher Messungen über eine Woche

In Abbildung 14 werden die insgesamt 43 Referenzwochen der 32 analysierten Objekte aufsummiert. Die Bandlast beträgt rund 30% der Spitzenlast am Tag. Deutlich zu erkennen ist der schon in Abbildung 8 erläuterte typische Tagesverlauf mit dem steilen Anstieg am Morgen, dem Rückgang über Mittag und dem gegenüber dem Morgen eher etwas tieferen Verbrauch am Nachmittag (z.B. indem das Licht morgens eingeschaltet und erst beim Verlassen des Büros am Mittag wieder ausgeschaltet wird). Die geringe Verbrauchszunahme am Samstag ist darauf zurückzuführen, dass in einigen wenigen Objekten auch an diesem Tag gearbeitet wurde.

Standby-Verbrauch der gesamten Stichprobe

4.4.2. Aufteilung in Betriebsverbrauch und Standby-Verbrauch

Im Schnitt fallen 36% des wöchentlichen Elektrizitätsverbrauches auf die Standby-Zeit und 64% auf die Betriebszeit. Für die einzelnen Werkzeuge gilt, dass rund 22% des Verbrauchs während der Standby-Zeit und 78% während der Betriebszeit verursacht werden.

Anteil des Standby-Verbrauchs am Gesamtverbrauch

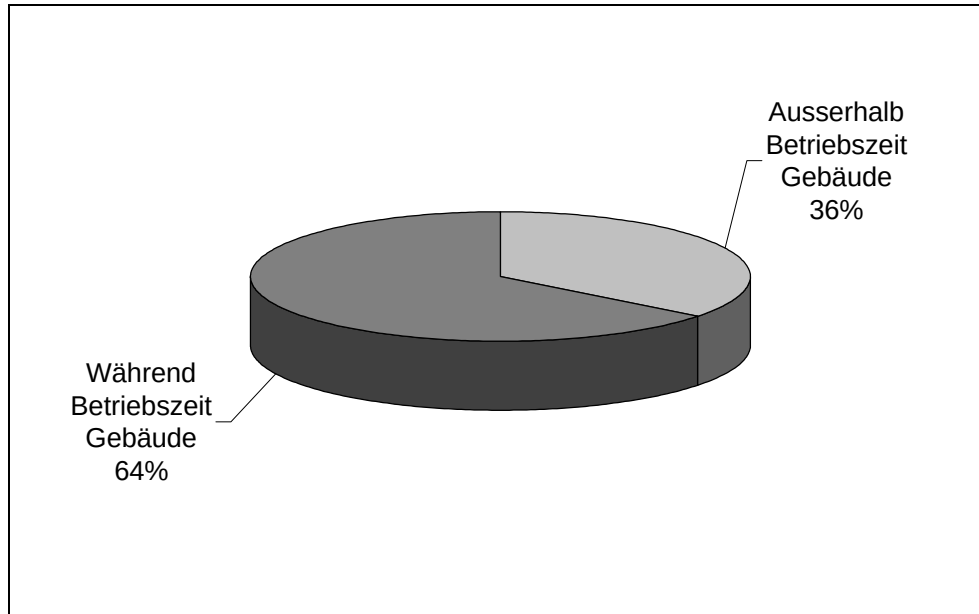


Abbildung 15: Aufteilung des wöchentlichen Verbrauches auf Standby-Zeit und Betriebszeit

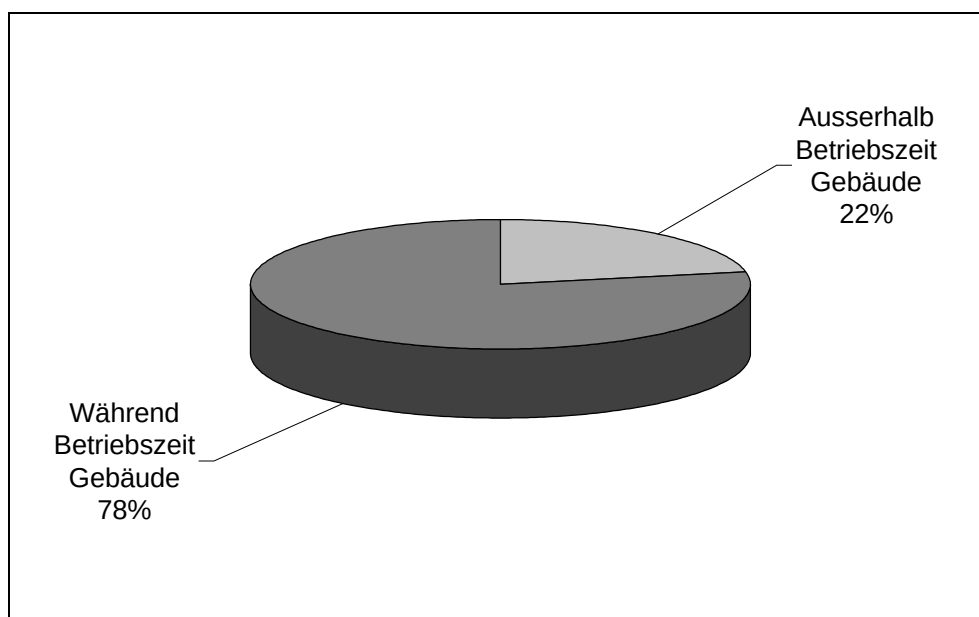


Abbildung 16: Aufteilung des täglichen Verbrauches auf Standby-Zeit und Betriebszeit (nur Werktage)

Abbildung 17 zeigt die nach Grösse sortierte Verteilung des wöchentlichen Elektrizitätsverbrauchs sämtlicher 43 Messungen – aufgeteilt in Betrieb und Standby. Es ist ersichtlich, dass bezüglich Standby-Anteil Schwankungen vorhanden sind, diese aber nicht extrem gross sind (siehe auch Abb. 18/19).

Objektspezifische Aufteilung Standby- und Betriebsverbrauch

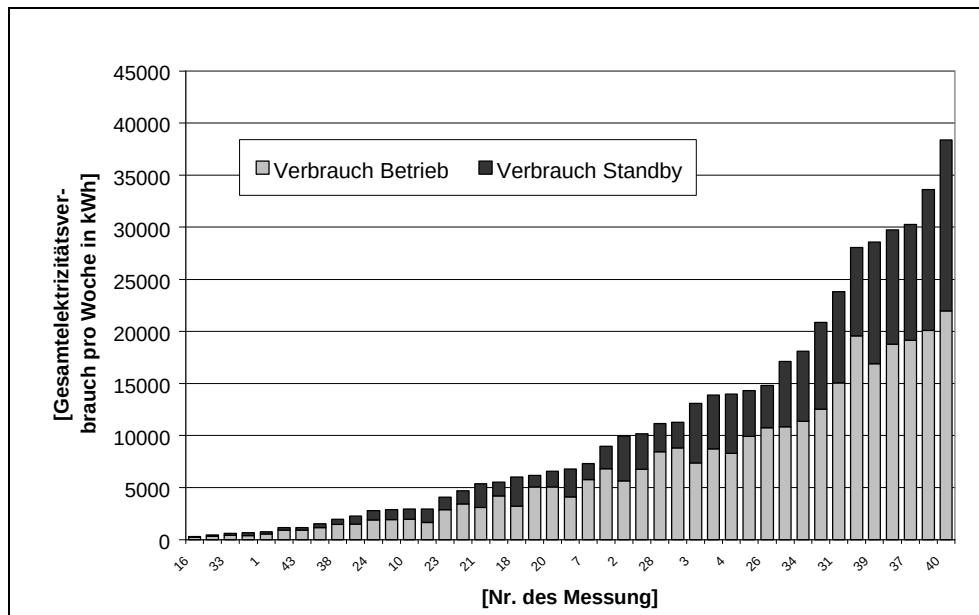


Abbildung 17: Aufteilung des wöchentlichen Gesamtverbrauches in Standby- und Betriebsverbrauch

Mit Hilfe der Objektabelle im Anhang kann jeder ‚Nr. der Messung‘ das entsprechende Objekt zugeordnet werden.

4.4.3. Weitere Kennzahlen zu Verbrauch und Leistung

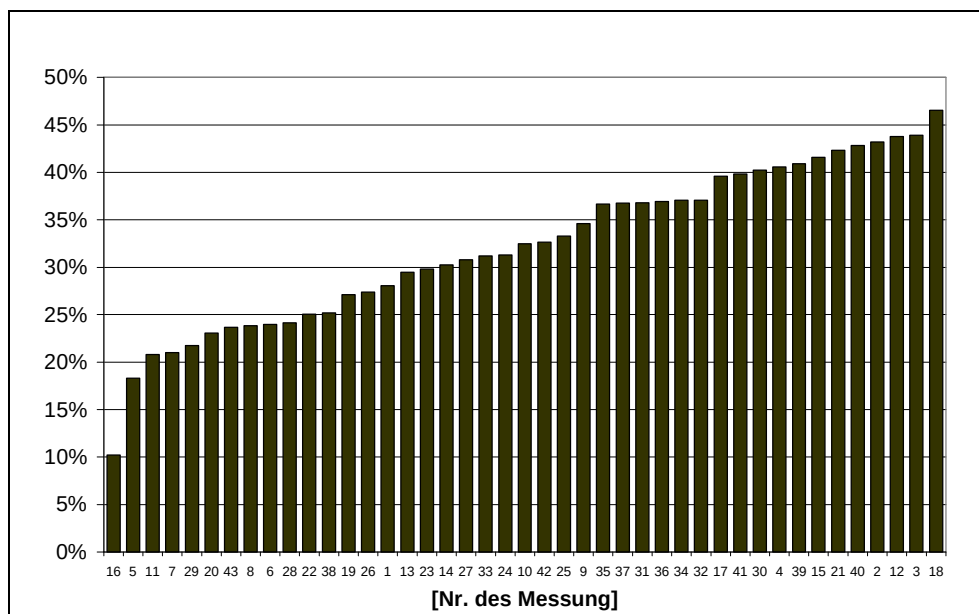


Abbildung 18: Verteilung des Standby-Verbrauchs in % des Gesamtverbrauches (pro Woche; MO-SO)

In Abbildung 18 wird die Verteilung des prozentualen Standby-Anteils am Gesamtverbrauch von Montag bis Sonntag dargestellt. Während im ‚besten‘ Gebäude lediglich 10% des Elektrizitätsverbrauches ausserhalb der eigentlichen Betriebszeiten anfallen, sind es beim ‚schlechtesten‘ Gebäude über 45%. Zwischen diesen beiden Extrema ist die Verteilung eher unerwartet gleichmässig und es existiert kein ausgeprägter Mittelwert.

Bandbreite der Einzelwerte ‚Standby-Verbrauch‘

Der prozentuale Anteil des Standby-Verbrauchs am Gesamtverbrauch eines Werktages ist in Abbildung 19 dargestellt. Da die Wochenendverbräuche weggelassen sind die Anteile durchgehend tiefer aber auch hier erstreckt sich die Bandbreite noch von rund 10% bis 30%.

% Standbyverbrauch am Gesamtverbrauch werktags

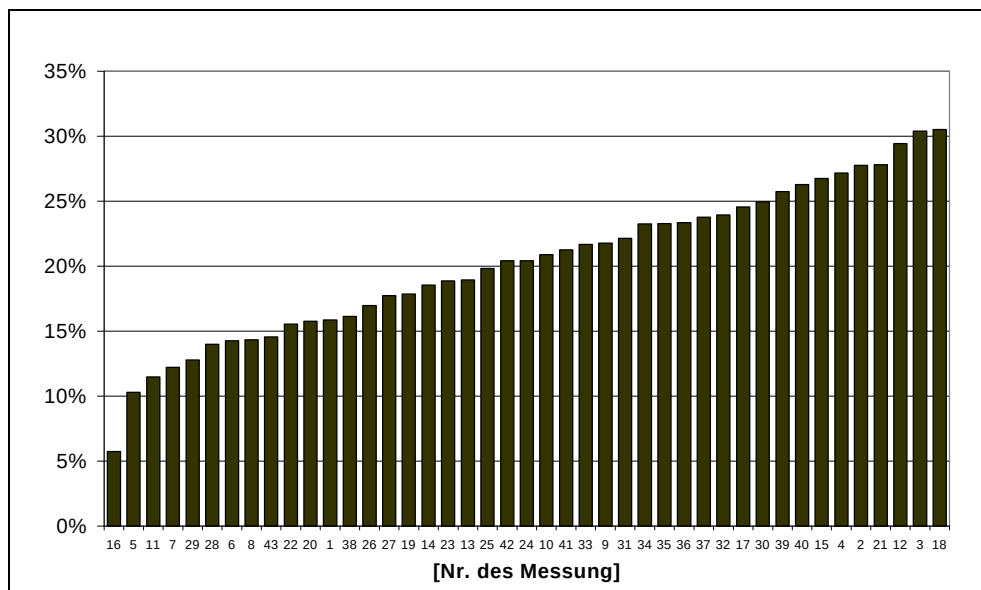


Abbildung 19: Verteilung des Standby-Verbrauchs in % des Gesamtverbrauches (Werktage)

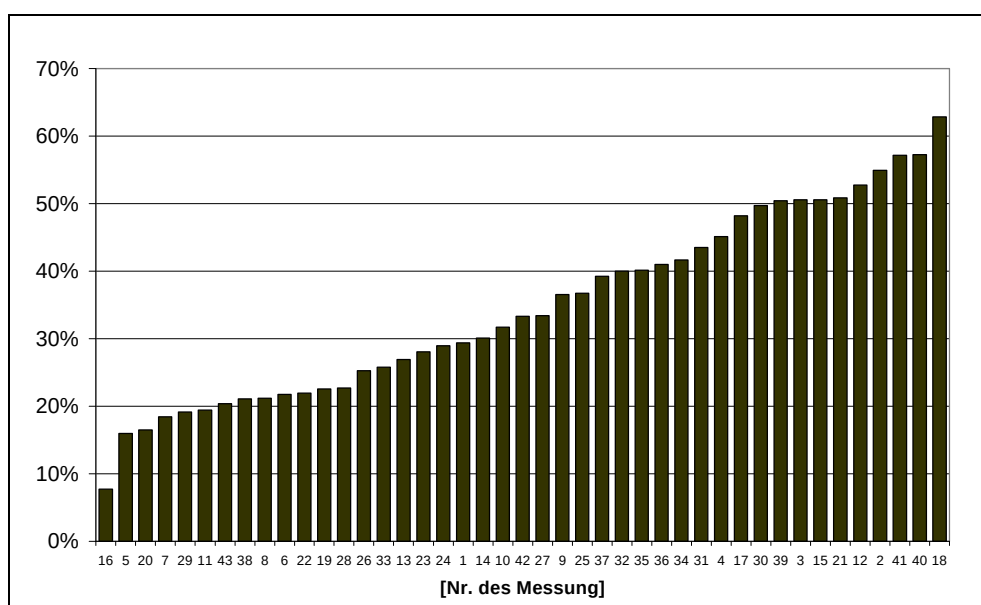


Abbildung 20: Verteilung der Standby-Leistung am Wochenende in % der durchschnittlichen Leistung während der Betriebszeit

Eine ähnliche Verteilung wie in den Abbildungen 18 und 19 ergibt auch die Darstellung der Standby-Leistung in Abbildung 20 (durchschnittliche Standby-Leistung an den Wochenenden in % des durchschnittlichen Leistungsbedarfs während der Betriebszeit).

Standby-Leistung

In Abbildung 21 ist die Korrelation der mittleren Standby-Leistung während der Nacht (an Werktagen) und der mittleren Standby-Leistung an den Wochenenden dargestellt (jeweils in % der durchschnittlichen Betriebsleistung). Erwartungsgemäss zeigt diese Auswertung, dass eine starke Korrelation vorhanden ist. Die Bandlast am Wochenende unterscheidet sich nicht wesentlich von der Bandlast unter der Woche. Der Ausreisser (58%/37%) erklärt sich dadurch, dass es sich hier um ein Gebäude handelt, in welchem während der Messperiode z.T. auch am Wochenende gearbeitet wurde.

Standby-Leistung nachts und am Wochenende

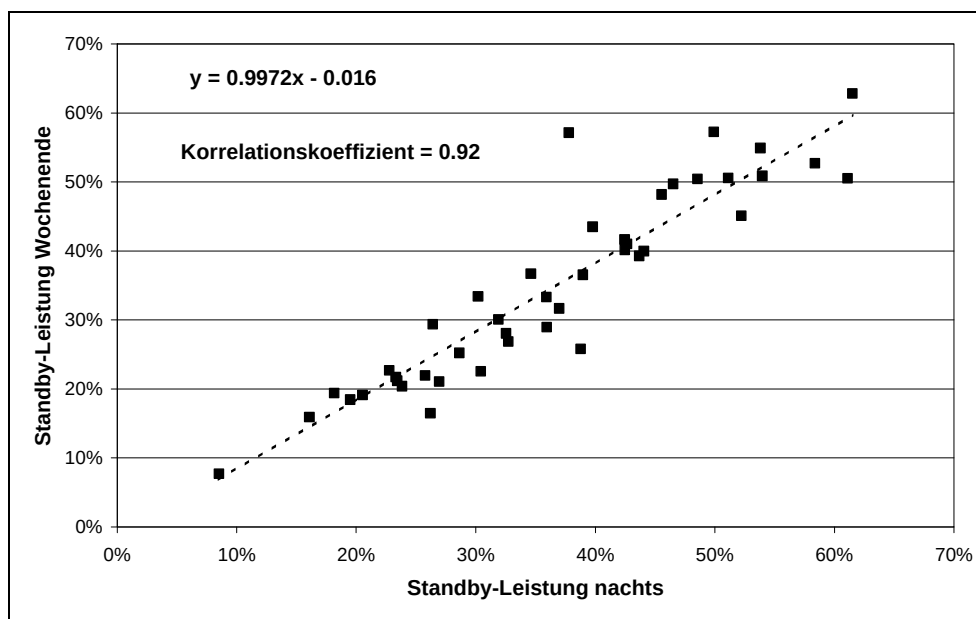


Abbildung 21: Korrelation der Standby-Leistung während der Nacht mit der Standby-Leistung an den Wochenenden (jeweils in % der durchschnittlichen Betriebsleistung)

Abbildung 22 zeigt die Abhängigkeit des Standby-Verbrauchs (in % des Gesamtverbrauches) von der Gebäudegrösse, welche durch die Energiebezugsfläche repräsentiert wird. Es ist zwar eine leicht positive Korrelation vorhanden (grosse Gebäude verfügen tendenziell eher über einen hohen Technisierungsgrad und somit über einen hohen Standby-Verbrauch), doch ist die Streuung zu stark, als dass von einem deutlichen Trend gesprochen werden könnte.

Standby-Verbrauch in Funktion der Gebäudegrösse

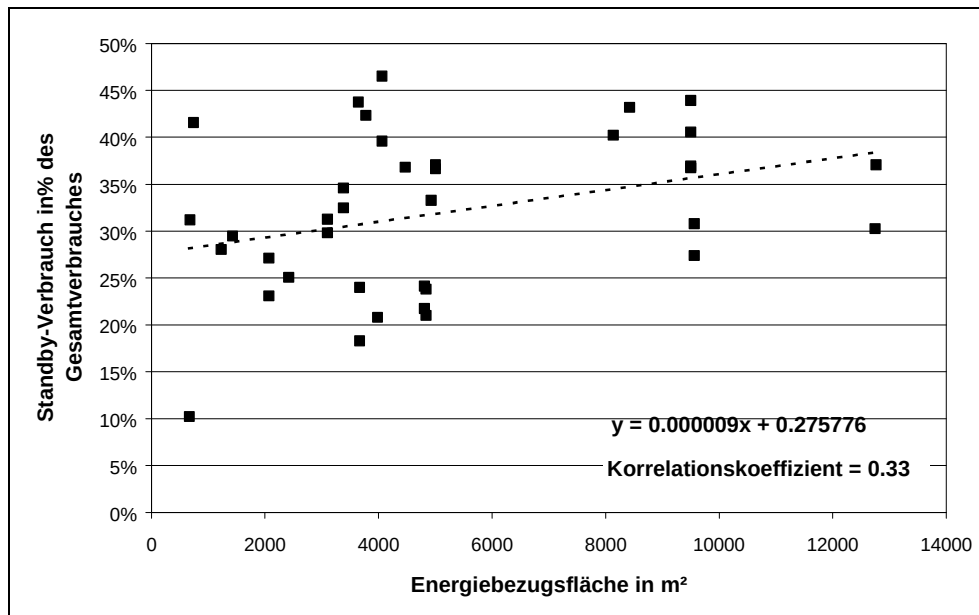


Abbildung 22: Korrelation der Standby-Leistung in % des Gesamtverbrauches mit der Energiebezugsfläche

4.4.4. Einfluss Energiekennzahl

Bei energieoptimierten oder niedrig technisierten Gebäuden (tiefe Energiekennzahl Elektrizität) könnten zwei grundsätzlich verschiedene Standby-Verhalten erwartet werden: Entweder ist der relative Anteil des Standby-Verbrauchs am Gesamtverbrauch überdurchschnittlich hoch (eine EDV-Anlage im 24h-Betrieb verursacht in einem Gebäude mit einem sehr tiefen Energieverbrauch eine prozentual höhere Bandlast als in einem Gebäude mit einem hohen Energieverbrauch; somit negative Korrelation zwischen Energiekennzahl und relativem Standby-Verbrauch), oder aber der Standby-Verbrauch ist überdurchschnittlich tief (z.B. bewusstes Verhalten des Betreibers und der Benutzer; somit positive Korrelation zwischen Energiekennzahl und Standby-Verbrauch).

Standby-Verbrauch in Funktion der Energiekennzahl

Die Auswertung (Abbildung 23) zeigt, dass kein Trend erkennbar ist und sich allenfalls die beiden oben beschriebenen Effekte zufällig überlagern.

Keine klare Korrelation

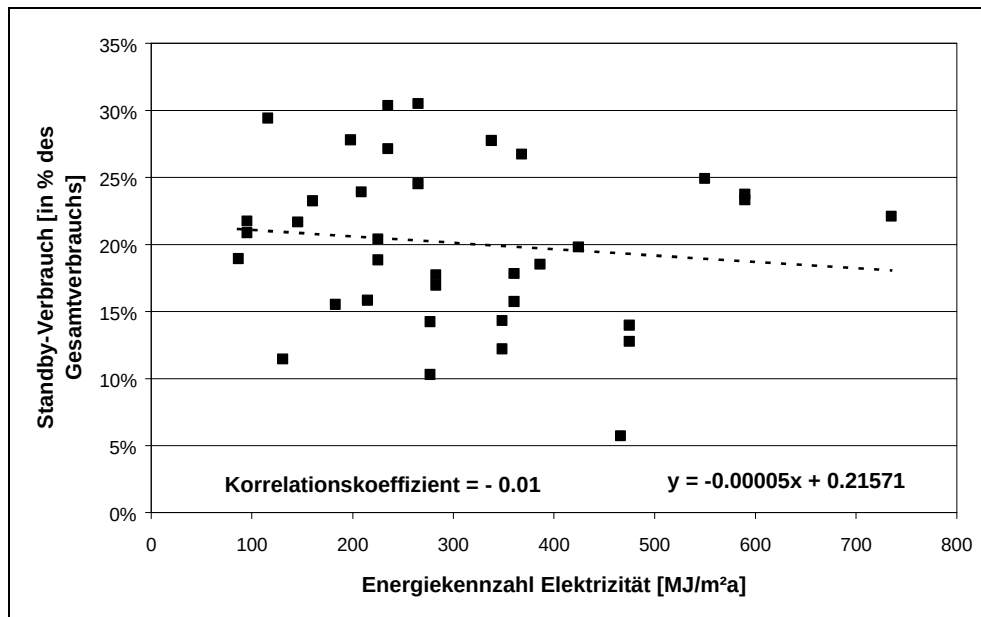


Abbildung 23: Korrelation des Standby-Verbrauchs in % des Gesamtverbrauchs (werktags) und der Energiekennzahl Elektrizität

4.4.5. Einfluss Jahreszeit

In einigen Objekten wurde der Verbrauchsverlauf zweimal und zu unterschiedlichen Jahreszeiten gemessen. Damit sollte festgestellt werden, ob der Standby-Verbrauch von der Jahreszeit abhängig ist (z.B. infolge des Betriebes von Heizungspumpen, Kältemaschinen etc.). Für Abbildung 24 wurden die Messresultate von sieben Objekten summiert, welche jeweils im Winter und im Sommer gemessen wurden.

Einfluss der Jahreszeiten

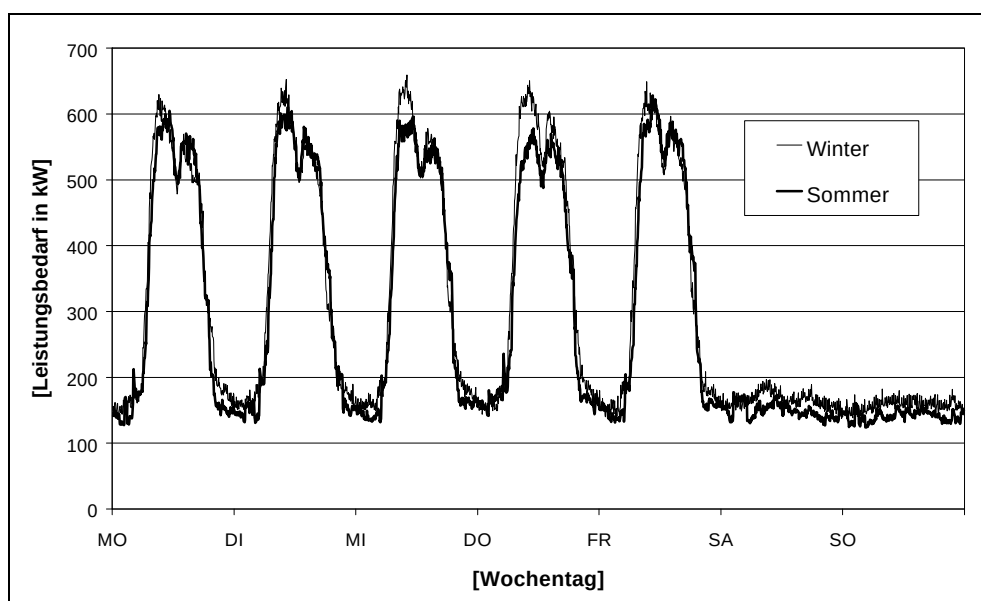


Abbildung 24: Verbrauchsverlauf von sieben Objekten, einmal im Winter und einmal im Sommer (dargestellt ist das Total aller Objekte)

Man kann erkennen, dass die Verbrauchsverläufe nicht grundlegend anders sind und auch die absoluten Werte keine wesentlichen Unterschiede aufweisen. Alles in allem ist sowohl der Verbrauch während der Betriebszeit als auch der Verbrauch während der Standby-Zeit im Winter leicht höher (Beleuchtung, Heizungspumpen). Für den Einzelfall muss dies jedoch nicht gelten, wie Abbildung 25 zeigt: Bei diesem Objekt ist der Verbrauch im Sommer – vor allem während der Betriebszeit - deutlich höher, was auf den Betrieb einer Klimaanlage zurückzuführen ist. Da die Warmwassererzeugung im Sommer elektrisch erfolgt, ist auch der Standby-Verbrauch (absolut) im Sommer leicht höher.

Saisonale Unterschiede für ganze Stichprobe gering

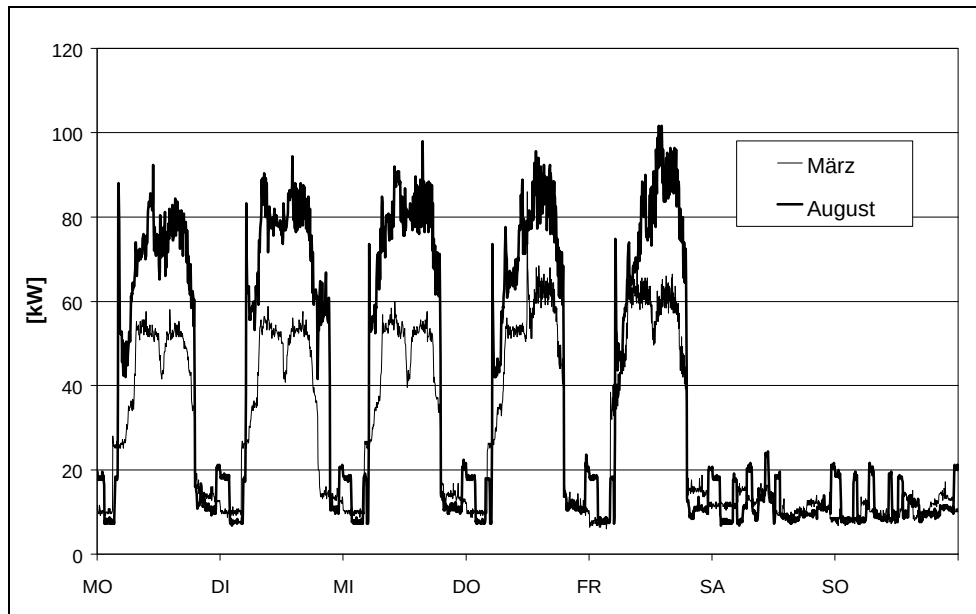


Abbildung 25: Verbrauchsverlauf eines mehrheitlich klimatisierten Gebäudes im Sommer und im Winter (Standby-Verbrauch Winter: 27%; 1279 kWh; Sommer: 23%, 1517 kWh)

Typisch für ein Objekt ohne Klimatisierung ist der in Abbildung 26 gezeigte Verlauf. Der Verbrauch im Winter ist sowohl während der Betriebszeit (Beleuchtung) als auch während der Standby-Zeit merklich höher (Heizungspumpen, Dachrinnenheizung, Brennermotor etc.)

Saisonale Unterschiede ohne Klimaanlage

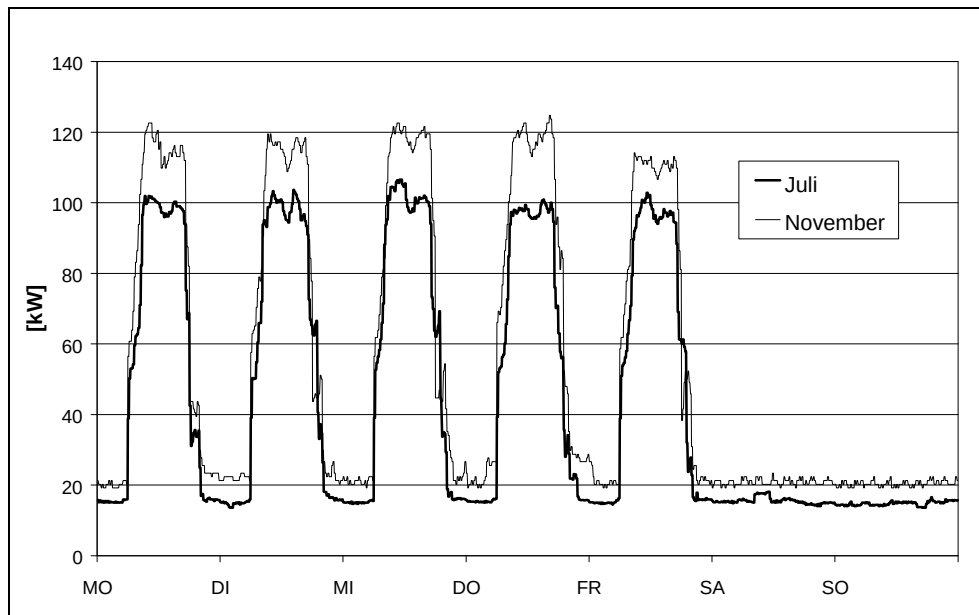


Abbildung 26: Verbrauchsverlauf eines nicht klimatisierten Gebäudes im Sommer und im Winter (Standby-Verbrauch Winter: 24%; 2139 kWh; Sommer: 21%, 1533 kWh)

4.4.6. Einfluss Technisierung

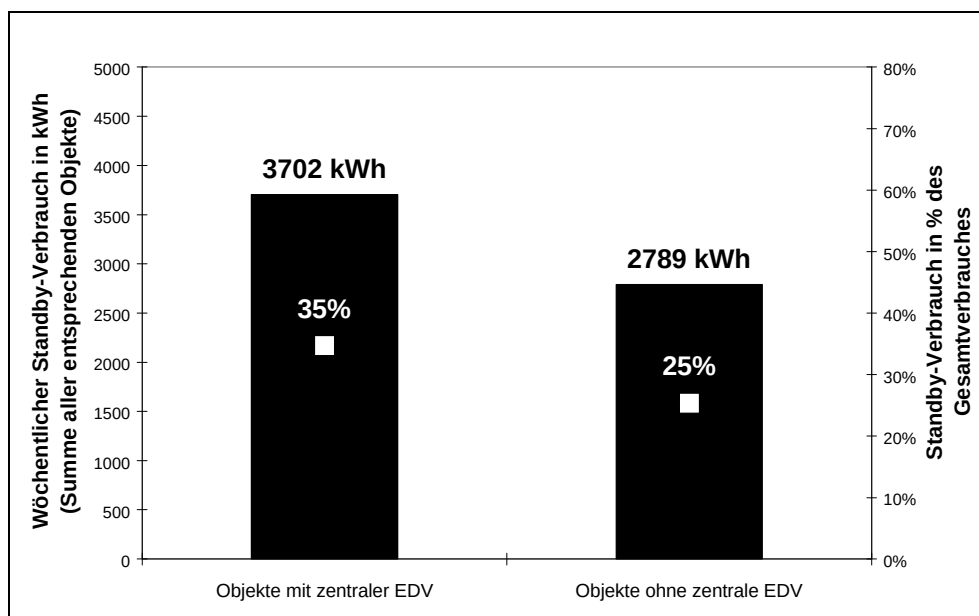


Abbildung 27: Einfluss der zentralen EDV auf den Standby-Verbrauch

Die Analyse der Verbraucher zeigt, dass vor allem die zentrale EDV einen merklichen Einfluss auf den Standby-Verbrauch hat. Obwohl in der Stichprobe die Gesamtverbräuche der Gebäude mit EDV-Zentrale mit 10.5 MWh nur um rund 18% über den Gesamtverbräuchen der Gebäude ohne EDV-

Grosser Einfluss: Zentrale EDV



Zentrale liegen (8.9 MWh), ist sowohl beim Vergleich der absoluten als auch beim Vergleich der relativen Standby-Verbräuche bei Gebäuden mit EDV-Anlage ein um rund einen Drittel höherer Wert auszumachen (3.7 MWh/35% gegenüber 2.8 MWh/25%; siehe Abbildung 27). Für diesen Mehrverbrauch sind nicht nur die eigentlichen Server sondern auch mit der zentralen EDV direkt zusammenhängende Verbraucher wie USV-Anlagen oder Klimageräte in den Serverräumen verantwortlich. Zudem sind diese Zusatzgeräte erfahrungsgemäss oft überdimensioniert.

Bei den anderen typischen ‚Standby-Verbrauchern‘ wie Warmwassererzeugung, Küche (Kühlschränke, Tiefkühltruhen) etc. können für die gesamte Stichprobe keine signifikanten Korrelationen zwischen dem Technisierungsgrad und dem Standby-Verbrauch ausgemacht werden.

**Kein messbarer
Einfluss der
weiteren Ver-
braucher**

5. Diskussion der Resultate

5.1. Interpretation der Ergebnisse

Es erstaunt, dass im Schnitt mehr als ein Drittel des gesamten Stromverbrauchs in Dienstleistungsgebäuden ausserhalb der Betriebszeit anfällt, also in einer Zeit, während der das Gebäude gar nicht genutzt wird.

**Mehr als 35%
sind Standby-
Verbrauch**

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die breite Streuung des Standby-Verbrauches, zumal diese Streuung nur zum Teil auf einen unterschiedlichen Technisierungsgrad zurückgeführt werden kann. Offensichtlich ist es nicht zwingend, dass ein hoch technisiertes Gebäude einen Standby-Verbrauch von 30% oder mehr aufweisen muss.

**Breite Streuung
der Ergebnisse**

Einzig die zentralen EDV-Server und damit direkt zusammenhängende Verbraucher haben einen grossen Einfluss auf den Standby-Verbrauch. Abgesehen davon zeigt die vorliegende Untersuchung, dass der Standby-Verbrauch meist rein ‚zufällig‘ ist und nicht vom Vorhandensein bestimmter Merkmale (Verbraucher) abgeleitet werden kann. Zudem ist die Anzahl der den Standby-Verbrauch beeinflussenden Faktoren wohl beliebig gross. Einen grossen Einfluss auf den Standby-Verbrauch hat vor allem das Verhalten und das Energiebewusstsein des Gebäudebetreibers, während die Einflussmöglichkeiten des einzelnen Nutzers eher gering sind.

**Zentrale EDV
hat grossen
Einfluss**

5.2. Sparpotential

Die Ermittlung eines pauschalen Sparpotentials ist nicht möglich, da dazu die einzelnen Objekte im Detail analysiert werden müssten. Auf die gesamte Stichprobe bezogen, kann aber alleine durch die Optimierung der Bandlast eine Einsparung von bis zu 15% des Gesamtverbrauches als realistisch bezeichnet werden. Dazu müsste jedes Gebäude auf den Stand des ‚besten‘ aller untersuchten Gebäude (mit zentraler EDV) gebracht werden.

**Sparpotential:
15% des Ge-
samtverbrau-
ches**

Ein Teil des Sparpotentials wird wohl automatisch realisiert werden, wenn neue, und vor allem bezüglich Standby-Bedarf effizientere Geräte (PC, Drucker, Faxgeräte, EDV-Server und damit zusammenhängend USV/Klimatisierung etc.) eingesetzt werden. Um das in den übrigen Verbrauchern brach liegende Potential zu nützen, lohnt es sich, im Rahmen von Betriebsoptimierungen dem Thema ‚Betriebszeiten und Betriebsstufen‘ der Anlagen und Geräte die nötige Beachtung zu schenken.

**Geräte mit tie-
fem Standby-
Bedarf; Be-
triebszeiten und
-stufen**



6. Literaturverzeichnis

- [1] Energieverbrauch in Bürogebäuden: ETH Zürich und Amstein+Walthert AG; Zürich; Mai 1999; EDMZ-Bestell-Nr.: 805.569 d

7. Anhang

7.1. Detaillierte Angaben Gebäudesample

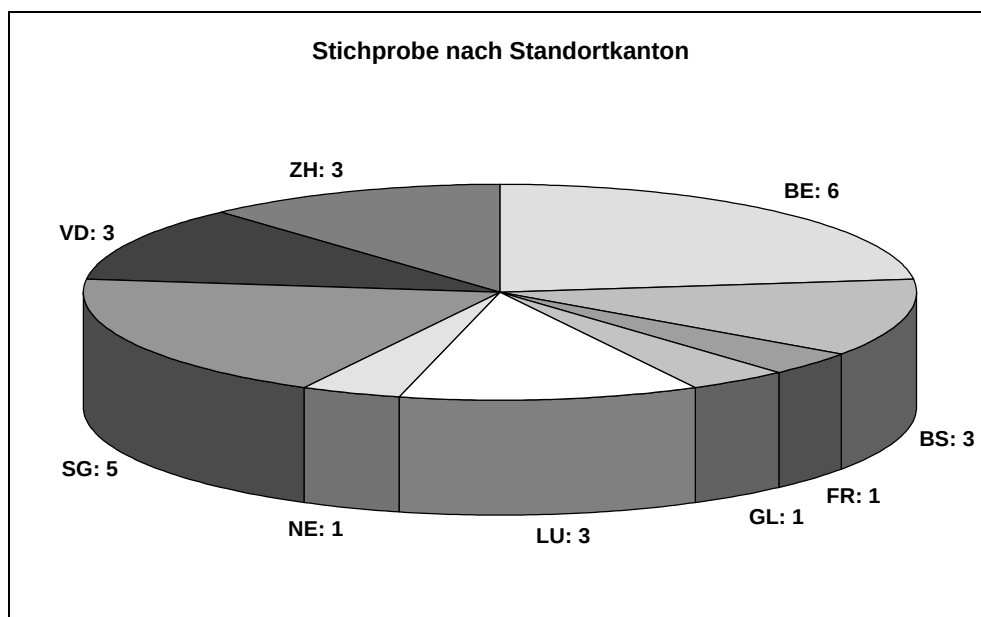


Abbildung A1: Verteilung der 26 Objekte auf die Kantone

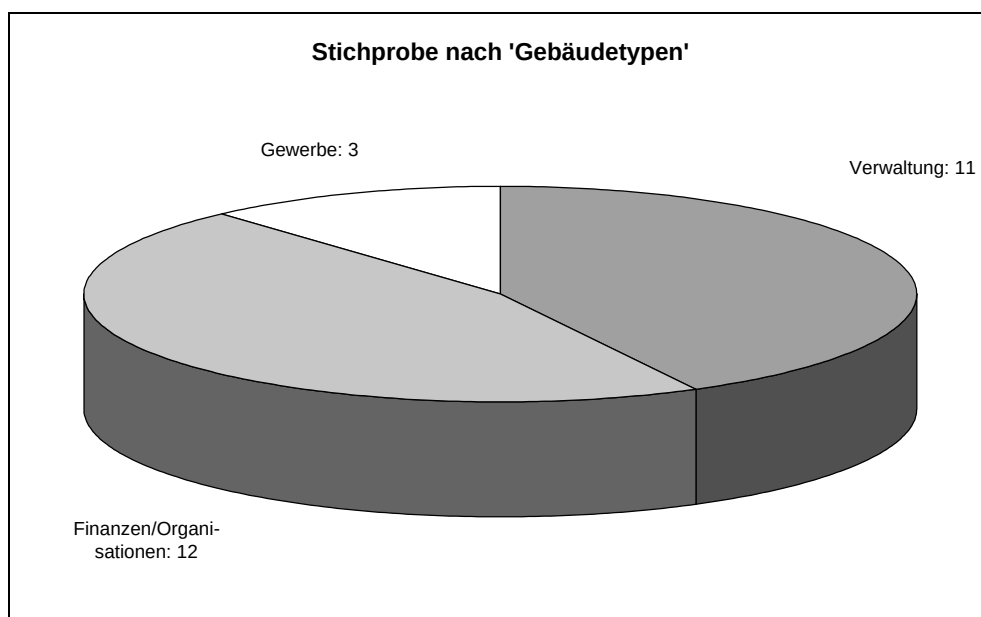


Abbildung A2: Verteilung der 26 Objekte auf verschiedene Gebäude-/Unternehmenstypen

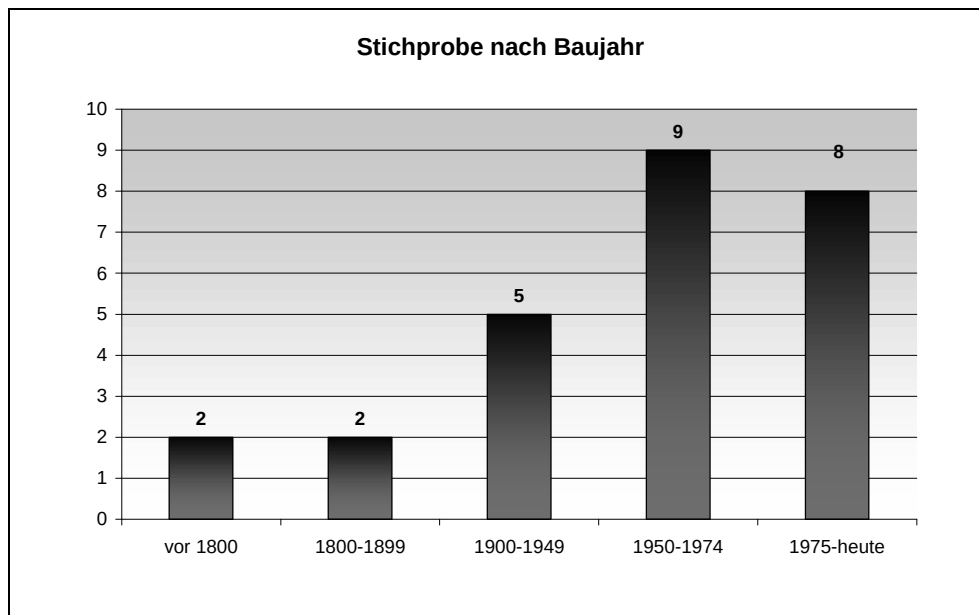


Abbildung A3: Verteilung der 26 Objekte nach Baujahr

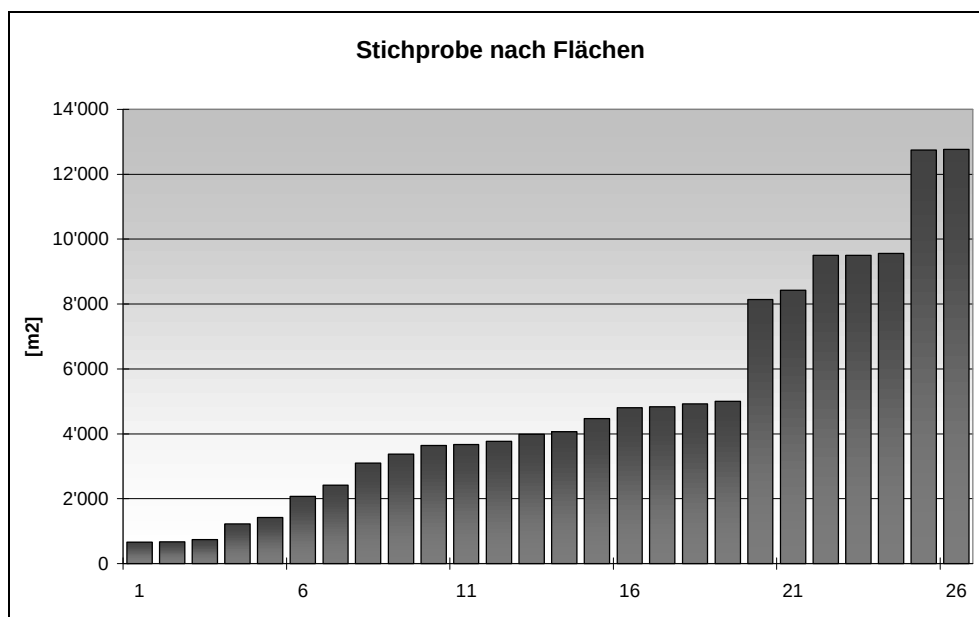
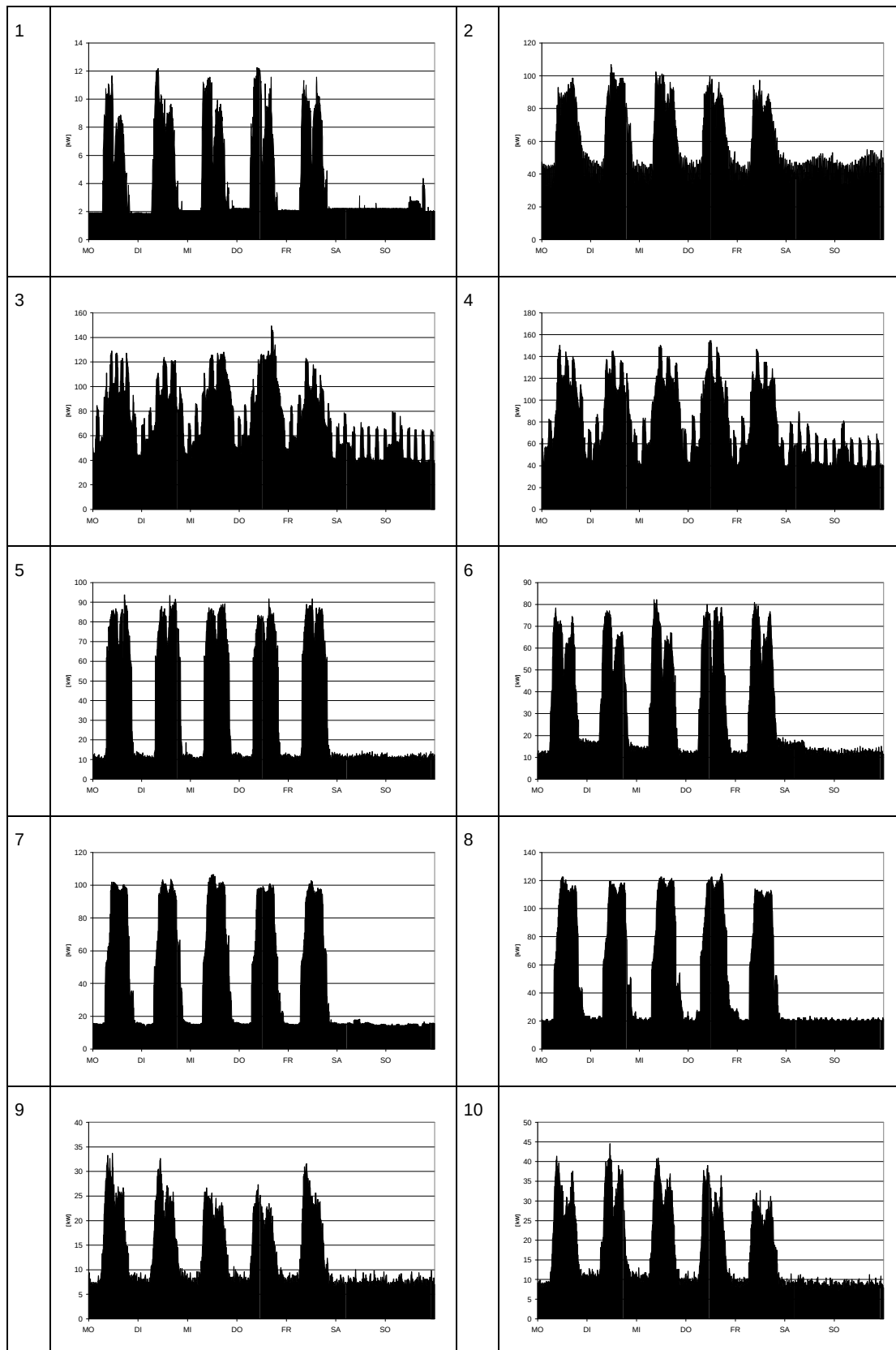
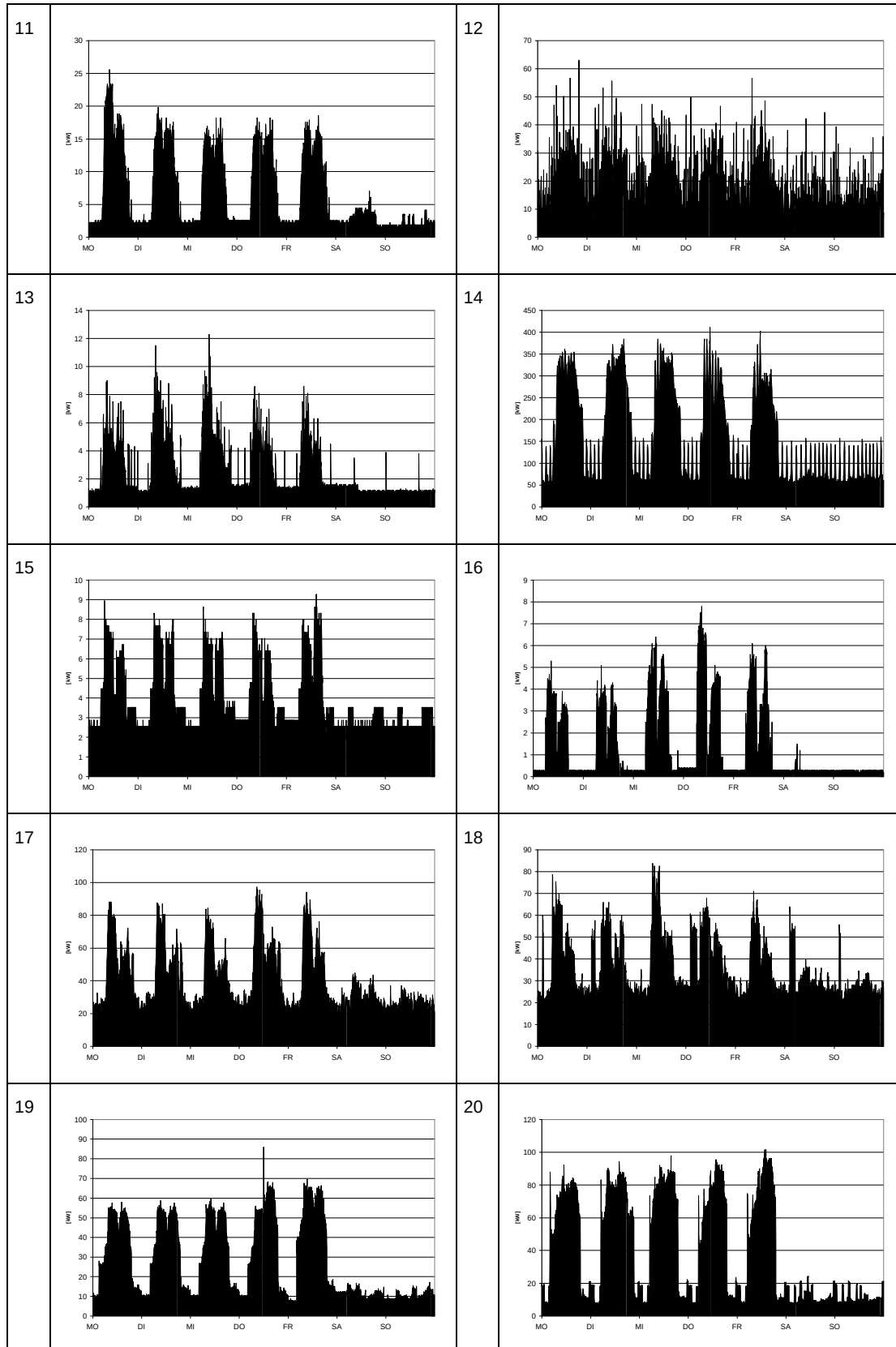
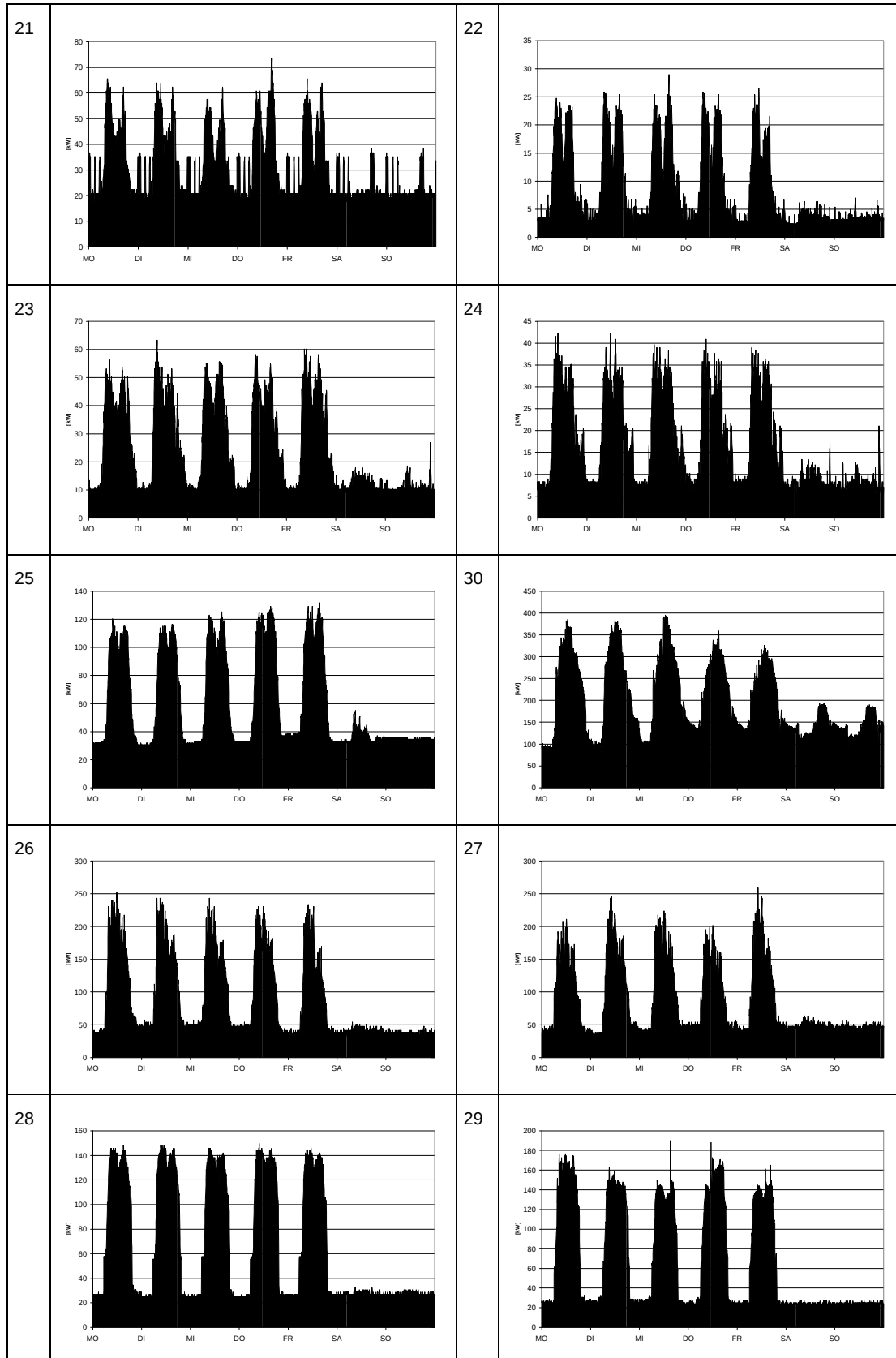


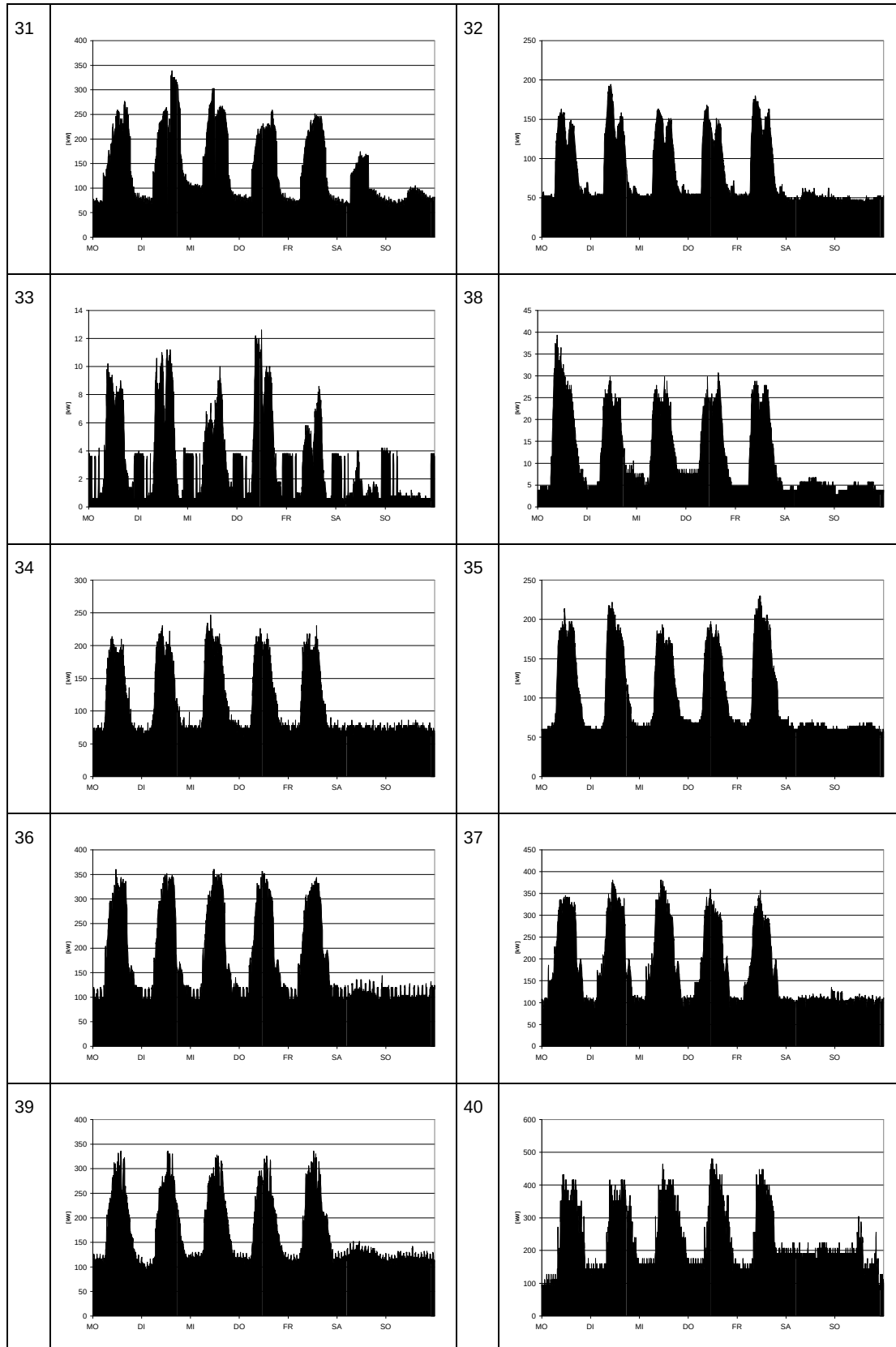
Abbildung A4: Energiebezugsflächen der 26 Objekte

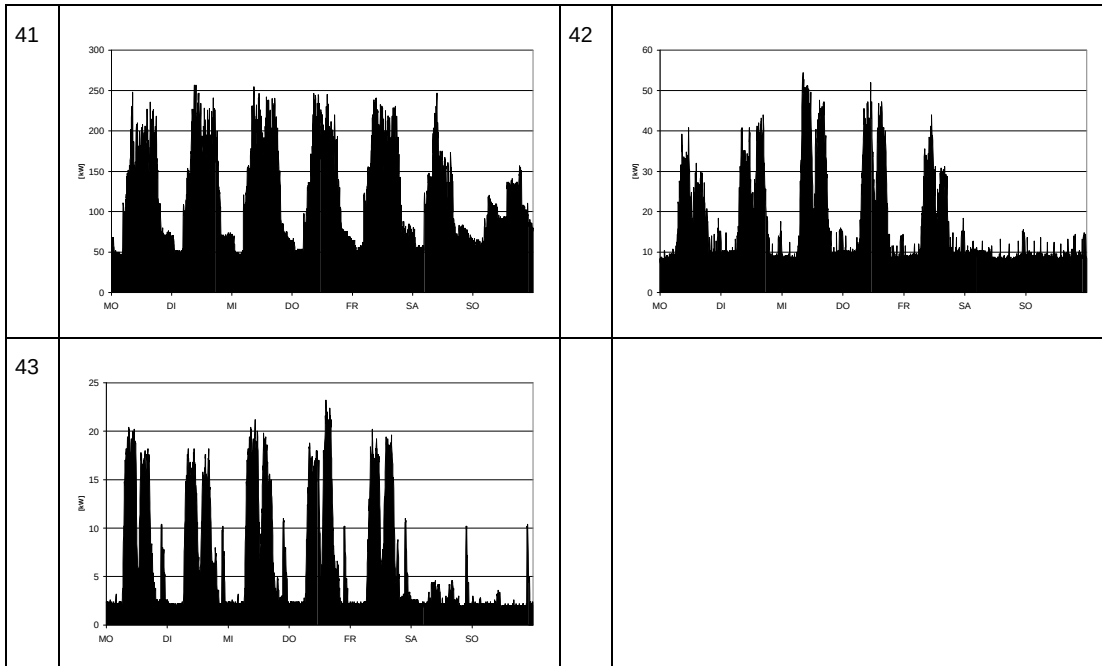
7.2. Einzelmessungen: Wochenverläufe











4731: Standby-Verbrauch von Dienstleistungsgebäuden
Zusammenstellung Auswertung sämtlicher Messungen

GebNr	Pseudonym	Kurzbeschreibung Gebäude	Minima	Maxima	Mittel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
						BE035	BE062	BE066_1	BE066_2	BE067_1	BE067_2	BE077_1	BE077_2	BE122_1	BE122_2	BS005	BS009	BS014	FR001	GL010
			Sample	Sample	Sample	DL8_BE	VW3_BE	VW1_BE	VW1_BE	DL3_BE	DL3_BE	DL4_BE	DL4_BE	VW8_BE	VW8_BE	VW1_BS	GE3_BS	VW2_BS	VW1_FR	DL1_GL
Baujahr						1969	1896	1992	1992	1963	1963	1912	1912	1750	1750	1932	1961	1590	1991	1980
Gebäudevolumen						5760	31568	51200	51200	13948	13948	17691	17691	12090	12090	11306	10313	5455	25802	2519
EBF						1226	8423	9500	9500	3667	3667	4837	4837	3377	3377	3983	3645	1424	12746	739
BGF						2057	9660	11200	11200	5248	5248	6110	6110	4023	4023	4184	4057	1564	31948	900
E-Verbr. El.						73	790	620	620	282	282	95	95	468	468	89	144	34	1367	76
E-Kennz. El.						215	338	235	235	277	277	348	348	95	95	131	116	86	386	368
E-Kosten El.						10500	115000	100000	100000	40000	40000	13500	13500	34000	34000	34000	17000	5200	15000	15000
Inst. BL-Leist						12-25 W/m²	12-25 W/m²	<12 W/m²	<12 W/m²	12-25 W/m²	12-25 W/m²	12-25 W/m²	12-25 W/m²	<12 W/m²	<12 W/m²	12-25 W/m²	12-25 W/m²	12-25 W/m²	12-25 W/m²	<12 W/m²
PCs						1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC	1 PC
Lüftung						keine	wenig	wenig	wenig	wenig	wenig	wenig	wenig	keine	wenig	keine	wenig	keine	wenig	wenig
Klimatisierung						keine	wenig	wenig	wenig	wenig	wenig	wenig	wenig	keine	wenig	keine	wenig	keine	wenig	wenig
WW elektr.						Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein
Heizung el.						Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Küche/Rest.						Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein
EDV-Zentrale						Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja
Tel.-Zentr.						Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Grossverbr.						Nein	Nein	Nein	Nein	ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	ja	Nein
AH Büro						17	9	12	12	7	7	10	10	13	13	7	7	7	12	10
BL Büro						21	18	11	11	16	16	15	15	10	10	18	23	22	15	9
BL Skizung						19	12	12	12	6	6	17	17	13	13	13	13	10	15	17
BL Verkehr						7	5	4	4	9	9	10	10	2	2	4	6	2	4	5
BL Lager/Technik						5	4	6	6	4	4	5	5	4	4	5	10	5	5	8
Messung						1/1	1/1	1/2	2/2	1/2	2/2	1/2	2/2	1/2	2/2	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Bemerkungen						einige Interpolationen	keine	20 kW Spitzen über 24 h	dito 1. Messung	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	Extreme Spitzen über 24 h	Betriebsstunden unterschiedlich	Hohe Nachspitzen
Datum Auswerte-Woche						31.8.-6.9.98	20.7.-26.7.98	27.7.-2.8.98	26.10.-1.11.98	20.7.-26.7.98	26.10.-1.11.98	20.7.-26.7.98	2.11.-8.11.98	27.7.-2.8.98	2.11.-8.11.98	3.8.-9.8.98	1.6.-7.6.98	1.6.-7.6.98	29.6.-5.7.98	3.3.-9.3.99
Saison						S	S	S	U	S	U	S	U	S	U	S	U	U	S	U
Arbeitszeit Belegschaft						7:00 - 17:00	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	7:30 - 18:30
Typische Betriebszeit MO-FR						6:35 - 19:40	6:30 - 20:00	5:10 - 21:30	5:10 - 21:10	6:30 - 20:00	6:00 - 20:00	6:00 - 20:15	6:00 - 20:30	6:15 - 20:00	6:15 - 21:00	6:35 - untersch.	6:45 - 19:15	6:15 - untersch.	6:00 - 17:45	11:45
Typische Anzahl Betriebsstunden pro Wochentag						13:05	13:30	16:20	16:00	13:30	14:00	14:15	14:30	13:45	14:45	63.0	12:30	63.0	11:45	12:15
Typische Anzahl Standbystunden pro Wochentag						10:55	10:30	07:40	08:00	10:30	10:00	09:45	09:30	10:15	09:15	10:15	11:30	11:30	11:30	12:15
Wochenwerte																				
Gesamtverbrauch MO-SO						10811	751.9	9932.5	13101.2	13956.9	6165.2	5531.1	7301.4	8977.6	2276.1	2914.6	1156.6	2942.1	446.2	28058.3
Gesamtverbrauch MO-FR						8928	642.9	7807.8	10554.0	11390.7	5614.2	4904.5	5671.5	7983.5	1902.9	2487.1	1034.6	2343.8	388.1	24022.8
Gesamtverbrauch SA/SO						1893	109.0	2124.6	2547.2	2566.2	551.0	626.6	729.9	994.1	373.2	427.5	122.0	598.3	58.0	4035.5
Maximaleistung Betrieb						148	12.2	106.9	149.3	154.5	93.8	82.2	106.6	124.8	33.7	44.6	25.6	63.0	12.3	411.6
Durchschnittliche Leistung Wochenende						39	2.3	44.3	53.1	53.5	11.5	13.1	15.2	20.7	7.8	8.9	2.5	12.5	1.2	84.1
Tageswerte																				
Täglicher Verbrauch 24h (Durchschnitt MO-FR)						1786	128.6	1561.6	2110.8	2278.1	1122.8	980.9	1314.3	1596.7	380.6	497.4	206.9	468.8	77.6	4804.6
Täglicher Verbrauch Betrieb MO-FR (Durchschnitt)						1394	108.2	1128.1	1469.4	1659.4	1007.2	840.9	1153.7	1367.8	297.7	393.5	183.2	330.8	62.9	3913.3
Täglicher Verbrauch Standby MO-FR (Durchschnitt)						391	20.4	433.5	641.4	618.9	115.6	140.0	160.6	228.9	82.8	103.9	23.8	137.9	14.7	891.2
Täglicher Verbrauch Standby SA/SO (Durchschnitt)						942	54.5	1062.3	1273.6	1285.1	275.5	313.3	364.9	497.1	186.6	213.7	61.0	299.1	29.0	2017.8
Durchschnittliche Leistung 24h (Durchschnitt MO-FR)						74	5.4	65.1	88.0	94.9	46.8	40.9	54.8	66.5	15.9	20.7	8.6	19.5	3.2	200.2
Durchschnittliche Leistung Betrieb MO-FR						100	7.7	80.6	105.0	118.5	71.9	60.1	82.4	97.7	21.3	28.1	13.1	23.6	4.5	279.5
Durchschnittliche Leistung Standby MO-FR						39	2.0	43.4	64.1	61.9	11.6	14.0	16.1	22.9	8.3	10.4	2.4	13.8	1.5	89.1
Durchschnittliche Leistung Standby SA/SO						39	2.3	44.3	53.1	53.5	11.5	13.1	15.2	20.7	7.8	8.9	2.5	12.5	1.2	84.1
Wochenwerte																				
Gesamtverbrauch MO-SO						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Gesamtverbrauch MO-FR						76%	95%	85%	79%	81%	82%	91%	89%	89%	84%	85%	89%	87%	86%	80%
Gesamtverbrauch SA/SO						5%	24%	15%	14%	21%	19%	18%	9%	11%	10%	11%	16%	15%	13%	20%
Maximaleistung Betrieb						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Durchschnittliche Leistung Wochenende						3%	41%	22%	19%	41%	35%	12%	16%	14%	17%	23%	20%	10%	20%	30%
Tageswerte																				
Täglicher Verbrauch 24h (Durchschnitt MO-FR)						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Täglicher Verbrauch Betrieb MO-FR (Durchschnitt)						69%	94%	80%	84%	72%	70%	73%	90%	88%	79%	88%	89%	71%	81%	73%
Täglicher Verbrauch Standby MO-FR (Durchschnitt)						6%	31%	20%	16%	28%	30%	27%	10%	12%	14%	22%	21%	29%	19%	27%
Täglicher Verbrauch Standby SA/SO (Durchschnitt)						12%	77%	46%	42%	68%	60%	56%	25%	32%	28%	31%	49%	43%	37%	64%
Durchschnittliche Leistung 24h (Durchschnitt MO-FR)						62%	84%	73%	69%	81%	84%	80%	65%	68%	56%	75%	74%	66%	83%	80%
Durchschnittliche Leistung Betrieb MO-FR						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Durchschnittliche Leistung Standby MO-FR						9%	61%	36%	26%	54%	61%	52%	16%	23%	19%	23%	39%	37%	33%	32%
Durchschnittliche Leistung Standby SA/SO						8%	63%	35%	29%	55%	51%	45%	16%	22%	18%	21%	37%	32%	19%	51%

4731: Standby-Verbrauch von Dienstleistungsgebäuden
Zusammenstellung Auswertung sämtlicher Messungen

GebNr					16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Pseudonym					LU020	LU021_1	LU021_2	LU025_1	LU025_2	NE005	SG038_1	SG054_1	SG054_2	SG065	SG067_1	SG067_2	SG068_1	SG068_2	VG053	
Kurzbeschreibung Gebäude		Minima	Maxima	Mittel	VW2_LU	VW3_LU	VW3_LU	DL2_LU	DL2_LU	DL2_NE	VW4_SG	DL1_SG	DL1_SG	DL1_SG	DL2_SG	DL4_SG	DL4_SG	DL5_SG	DL5_SG	GE1_VD

4731: Standby-Verbrauch von Dienstleistungsgebäuden
Zusammenstellung Auswertung sämtlicher Messungen

GebNr	Minima	Maxima	Mittel	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Pseudonym	Sample	Sample	Sample	VD506	VD508	ZH002	ZH029_1	ZH029_2	ZH079_1	ZH079_2	A+W	EL Via Carducci, Mili	Frankfurt	Franz AG	SG038_2	St.Gallen, Neugasse
Kurzbeschreibung Gebäude				VW4_VD	VW5_VD	DL1_ZH	GE1_ZH	GE1_ZH	DL7_ZH	DL7_ZH						
Baujahr	{-}			1986	1910	1902	1988	1988	1920	1920						
Gebäudevolumen	[m³]					2291	14938	14938								
EBF	[m²]			4468	12762	676	5000	5000	9497	9497						
BGF	[m²]			5744	19221	866	5335	5335	11853	11853						
E-Verbr. EI	[MWh]			912	739	27	222	222	1555	1555						
E-Kennz. EI	[MJ/m²a]			735	208	145	160	160	589	589						
E-Kosten EI	[F-]			19000		5000	35000	35000								
Inst. BL-Leist	[W/m²]			12-25 W/m²	12-25 W/m²	12-25 W/m²	<12 W/m²	<12 W/m²	12-25 W/m²	12-25 W/m²						
PCs	{-}			>1 PC	<1 PC	1 PC	<1 PC	<1 PC	1 PC	1 PC						
Lüftung	{-}			viel	wenig	keine	wenig	wenig	viel	viel						
Klimatisierung	{-}			viel	wenig	keine	wenig	wenig	viel	viel						
WW elektr.	{-}			Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja						
Heizung el.	{-}			Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein						
Küche/Rest.	{-}			Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja						
EDV-Zentrale	{-}			Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein						
Tel.-Zentr.	{-}			Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja						
Grossverbr.	{-}			Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja						
AH Büro	[W/m²]			25	10	9	11	11	13	13						
BL Büro	[W/m²]			23	15	19	12	12	19	19						
BL Skizung	[W/m²]			28		15	15	15								
BL Verkehr	[W/m²]			3	6	4	6	6	4	4						
BL Lager/Technik	[W/m²]			6	5	6	6	6	5	5						
Messung				1/1	1/1	1/1	1/2	2/2	1/2	2/2	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Bemerkungen				diverse Interpolationen, Samstagarbeit	keine	keine	eine Interpolation	keine	keine	keine	keine			DL-Gebäude mit Garage; Samstagbetrieb	keine	eine Interp.
Datum Auswerte-Woche				10.8.-16.8.98	17.8.-23.8.98	9.3.-15.3.98	13.4.-19.4.98	7.9.-13.9.98	11.5.-17.5.98	12.10.-18.10.98	4.9.-10.9.95	11.2.-17.2.98	6.10.-12.10.97	22.4.-28.4.96	24.4.-30.4.95	17.12.-23.12.98
Saison				S	S	U	U	S	U	U	S	W	U	U	U	W
Arbeitszeit Belegschaft				?	?	8:00 - 18:00	?	?	7:00 - 18:00	7:00 - 18:00	7:30 - 18:00	?	?	?	7:00 - 18:30	7:00 - 18:00
Typische Betriebszeit MO-FR				6:00 - 19:30	6:20 - 18:50	7:20-19:40	5:40 - 19:10	6:10 - 20:10	5:00 - 20:20	3:00 - 20:20	6:10 - 20:00	7:00-22:00	8:00-22:10	4:30 - 19:30	6:00 - untersch.	6:25 - 20:00
Typische Anzahl Betriebsstunden pro Wochentag				13.30	12.30	12.20	13.30	14.00	15.20	17.20	13.50	15.00	14.10	15.00		13.35
Typische Anzahl Standbystunden pro Wochentag				10.30	11.30	11.40	10.30	10.00	08.40	06.40	10.10	09.00	09.50	09.00		10.25
Wochenwerte																
Gesamtverbrauch MO-SO	[kWh]		10811	23802.0	13854.2	601.7	18095.0	17103.4	29730.3	30265.0	1971.6	28579.3	38402.7	20835.5	2877.7	1166.0
Gesamtverbrauch MO-FR	[kWh]		8928	19314.4	11463.8	528.5	14841.0	14120.4	24457.0	25110.0	1758.4	22740.0	29781.3	15921.9	2434.9	1041.5
Gesamtverbrauch SA/SO	[kWh]		1893	4487.6	2390.4	73.2	3254.1	2983.0	5273.3	5155.0	213.2	5639.3	8621.3	4913.7	442.9	124.5
Maximaleistung Betrieb	[kW]		148	338.5	194.4	12.6	246.9	229.8	360.0	381.0	39.4	336.0	480.0	256.6	54.4	23.2
Durchschnittliche Leistung Wochenende	[kW]		39	93.5	49.8	1.5	67.8	62.1	109.9	107.4	4.4	121.7	179.6	102.4	9.2	2.6
Tageswerte																
Täglicher Verbrauch 24h (Durchschnitt MO-FR)	[kWh]		1786	3862.9	2292.8	105.7	2968.2	2824.1	4891.4	5022.0	351.7	4548.0	5956.3	3184.4	487.0	208.3
Täglicher Verbrauch Betrieb MO-FR (Durchschnitt)	[kWh]		1394	3008.1	1743.9	82.8	2277.7	2166.9	3749.6	3828.2	294.9	3377.2	4390.9	2507.9	387.6	178.0
Täglicher Verbrauch Standby MO-FR (Durchschnitt)	[kWh]		391	854.8	548.8	22.9	690.4	657.1	1141.8	1193.9	56.7	1170.8	1565.3	676.5	99.4	30.3
Täglicher Verbrauch Standby SA/SO (Durchschnitt)	[kWh]		942	2243.8	1195.2	36.5	1627.0	1491.5	2636.7	2577.5	106.6	2919.7	4310.7	2456.8	221.4	62.3
Durchschnittliche Leistung 24h (Durchschnitt MO-FR)	[kW]		74	161.0	95.5	4.4	123.7	117.7	203.8	209.3	14.7	189.5	246.2	132.7	20.3	8.7
Durchschnittliche Leistung Betrieb MO-FR	[kW]		100	214.9	124.6	5.9	162.7	154.8	267.8	273.4	21.1	241.2	313.6	179.1	27.7	12.7
Durchschnittliche Leistung Standby MO-FR	[kW]		39	85.5	54.9	2.3	69.0	65.7	114.2	119.4	5.7	117.1	156.5	67.7	9.9	3.0
Durchschnittliche Leistung Standby SA/SO	[kW]		39	93.5	49.8	1.5	67.8	62.1	109.9	107.4	4.4	121.7	179.6	102.4	9.2	2.6
Wochenwerte																
Gesamtverbrauch MO-SO	[%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Gesamtverbrauch MO-FR	[%	76%	95%	85%	81%	83%	82%	83%	82%	89%	80%	78%	76%	76%	85%	89%
Gesamtverbrauch SA/SO	[%	5%	24%	15%	19%	17%	12%	18%	17%	18%	11%	20%	22%	24%	15%	11%
Maximaleistung Betrieb	[%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Durchschnittliche Leistung Wochenende	[%	3%	41%	22%	28%	26%	12%	27%	31%	28%	11%	36%	37%	40%	17%	11%
Tageswerte																
Täglicher Verbrauch 24h (Durchschnitt MO-FR)	[%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Täglicher Verbrauch Betrieb MO-FR (Durchschnitt)	[%	69%	94%	80%	78%	76%	77%	77%	77%	76%	84%	74%	74%	79%	80%	85%
Täglicher Verbrauch Standby MO-FR (Durchschnitt)	[%	6%	31%	20%	22%	24%	22%	23%	23%	24%	16%	26%	26%	21%	20%	15%
Täglicher Verbrauch Standby SA/SO (Durchschnitt)	[%	12%	77%	46%	52%	53%	55%	53%	54%	51%	30%	64%	72%	77%	45%	30%
Durchschnittliche Leistung 24h (Durchschnitt MO-FR)	[%	62%	84%	73%	75%	77%	74%	76%	76%	77%	70%	79%	79%	74%	73%	69%
Durchschnittliche Leistung Betrieb MO-FR	[%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Durchschnittliche Leistung Standby MO-FR	[%	9%	61%	36%	40%	44%	39%	42%	43%	44%	27%	49%	50%	38%	36%	24%
Durchschnittliche Leistung Standby SA/SO	[%	8%	63%	35%	44%	40%	26%	42%	41%	39%	21%	50%	57%	57%	33%	20%